அ. மலாஹவ்

புவியகத்தின் புரியாப் புதிர்கள்

முன்னேற்றப் பதிப்பகம்
மாஸ்கோ

மொழிபெயர்ப்பாளர்: ரா. கிருஷ்ணையா

А. МАЛАХОВ

ПОД ПОКРОВОМ МАНТИИ

На тамильском языке

•

வாசக நேயர்களுக்கு

இந்தப் புத்தகத்தைப் பற்றியும் இதன் தயாரிப்பைப் பற்றியும் தங்கள் கருத்தை அறியவும், அடுத்துவரும் வெளியீடுகள் சம்பந்தமாகத் தங்கள் யோசனைகளை வரவேற்கவும் முன்னேற்றப் பதிப்பகம் மகிழ்வுடன் காத்திருக்கிறது.

கடிதங்களைத் தயை செய்து

"Progress Publishers, 21, Zubovsky Boulevard, Moscow, USSR" என்ற முகவரிக்கு அனுப்புங்கள்.

பொருளடக்கம்

புதிருக்கு மேல் புதிர்

வாக்குவாதம் 7
தீப் பிழம்பின் உந்தியிலே 11
கொந்துவாறு கண்டத்தின் சிதைவு 31
பாறைச் சந்தங்கள் 46
விதிகளா புதிர்களா? 57
பாதாளக் கருங் குருதிக் குழாய்கள் 72
நவீனநெப்ட்யூன்வாதிகள் கூறுவது என்ன? . . . 83
''தயவை நாடிக் காத்திருக்கலாகாது....'' . . . 94

தகவல் தொடர்பு

பாதாள உலகுக்கு நமது தந்தி 107
புவியீர்ப்புக் குறி விளக்கம் 139
வெப்பமும் குளிரும் 155
எந்தப் பாடப்புத்தகத்திலும் இடம் பெருதது . 165
திரியும் மின்னேட்டங்கள் 181
நில்லுங்கள்! கதிரியக்கம்! 185
முதலாவது பலன்கள் 198
புறவெளியிலிருந்து பூமியின் அடியாழங்களுக்கு 202

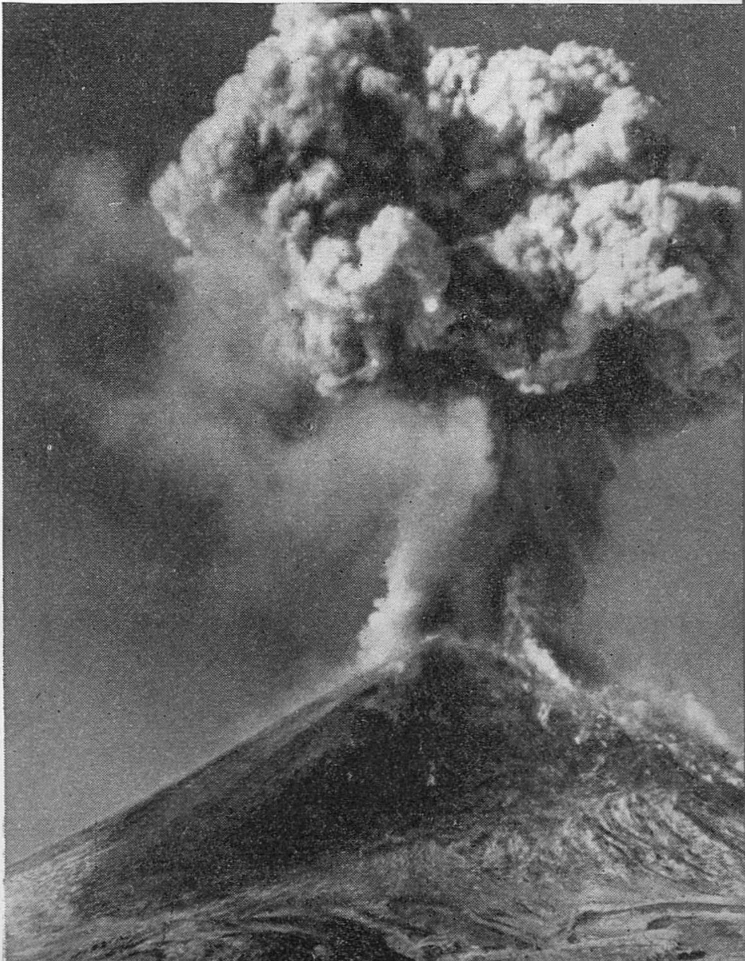
தெரியாததைத் தேடுகிறோம்

தொடக்கத் தோல்விகள் 221
பாதாள உலகின் பரப்பியல் 227
முதலாவது கல் சொல்லும் கதை 234
கோலாத் தீபகற்பத்தின் கல் பேசுகிறது . . . 246
மூன்றுவது, நான்காவது கற்களின் கதை . . 253
ஐந்தாவது கல் தரும் தகவல் 260
''பாதாள அரசியின்'' அவைக் குழுவினர் . . . 265
செயற்கை உள்ளடுக்கு 279
பல விஞ்ஞானக் கிளைகளின் சந்திப்பு . . . 286

தீராத புதிர்கள்

பிரபல ஆசிரியர்களின் பாதையில் 299
மேக்மாவாதிகளின் கூற்று மெய்யாகுல் . . . 305
திண்மைக்கும் வரம்பு உண்டு 315
''மேலோட்டுக்கு அடியில் மேக்மா இல்லே!'' . 318
மோகோ இடையீட்டுக்கு அப்பால் 326
எது சரி? 331

புதிருக்கு மேல் புதிர்



வாக்குவாதம்

''நான் சொல்கிறேன் — பூமியின் மேலோட்டுக்கு அடியில் மேக்மா என்பதாக எதுவும் இல்லை!'' இவ்வாறு ஆணித்தரமாய்க் கூறியவர் ஓர் இளம் பிரிட்டிஷ் விஞ்ஞானி. 1937ல் பதினேழாவது சர்வதேசப் புவியியல் [geology]* காங்கிரஸ் ஆரம்பமாகுமுன் மாஸ்கோ 'மெட்ரோப்போல்' ஹோட்டலில் விஞ்ஞானிகள் நேசமுறையில் கூடியபோது அவர் இதைக் கூறினர்.

இளம் விஞ்ஞானிகள் பரபரப்படைந்து வாக்குவாதம் புரியத் தொடங்கிவிட்டனர். ஒவ்வொருவரும் தத்தமது கருத்துக்காக விடாப்பிடியாக வாதாடினர்.

''அதெப்படிச் சொல்ல முடியும், மேக்மா இல்லையென்று?''

''எட்ந, வெஸ்ஸுவியஸ், கிலுச்செவ்ஸ்காயா மலை இவையெல்லாம் எங்கிருந்து வந்தனவாம்?''

''கிலிமஞ்சரோ லாவா வெளிகளுக்குக் காரணம் என்னவாம்?''

ஆனல் அந்த ஆங்கிலேயர் இதற்கெல்லாம் அசங்குவதாயில்லை:

''மேற்பரப்பில் நடைபெறும் எரிமலைச் செயற்பாட்டைப்

---

* பூமியின் உட்பிரிவுகளையும் அமைப்பையும் வரலாற்றையும் பற்றிய விஞ்ஞானம்.

படுபாதாளத்தில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளுடன் போட்டுக் குழப்பாதீர்கள். பூமியின் மேலோட்டுக்கு அடியில் நெருப்புத் திரவத்தாலான கடல் இருப்பதாக நீங்கள் நம்பினுல், கண்ணை மூடிக் கொண்டு கான்ட்டைப் பின்தொடர்கிறீர்கள் என்றுதான் அர்த்தம். மேலோட்டுக்கு அடியில் திரவம் இருக்க முடியாது. உள்ளடுக்கு [mantle] திடப் பொருளாகும்! நாம் பிற விதிகளைத் தேடியாக வேண்டும்!...''

''வாங்க, மூதறிஞர்களிடம் போய்க் கேட்போம்'' என்ருர் ஒருவர். ''அவர்கள் நமது வாக்குவாதத்துக்கு ஒரு முடிவு கூறட்டும்!''

காங்கிரசின் தலைவர்கள் பல மேஜைகளை இழுத்து இணைத்துப் போட்டு அவற்றின் சுற்றிலும் உட்கார்ந்து கொண்டிருந்த நடு மண்டபப் பகுதிக்கு நாங்கள் சென்ருேம். காங்கிரசின் பழைய தலைவரும் வரப்போகிற புதிய தலைவரும் இங்கு அமைதியாக உரையாடிக் கொண்டிருந்தனர். பிரபல அமெரிக்கப் புவியியலாளர் திரு. பிலிப் ஸ்மித்துதான் [Philip Smith] பழைய தலைவர், அதாவது முந்திய காங்கிரசின் தலைவர். பெயர் பெற்ற கனிம எண்ணெய்ப் புவியியலாளரான பேரவை விஞ்ஞானி இவான் மிகாய்லவிச் குப்கின்தான் [I. M. Gubkin] வரப்போகிற காங்கிரசின் தலைவர். மறுநாளன்று திரு. ஸ்மித் காங்கிரசைத் திறந்து வைத்து, தலைமைப் பதவியைத் திரு. குப்கினிடம் ஒப்படைத்துவிடுவார். இரு தலைவர்களும் மறுநாளைய வேலைமுறையின் விவரங்கள் குறித்து விவாதித்துக் கொண்டிருந்தனர். அவ்வேளையில் நாங்கள் குறிக்கிட்டோம்.

பன்னிரண்டு இளம் புவியியலாளர்களான நாங்கள் இவ்விஞ்ஞானிகளைச் சூழ்ந்து கொண்டோம். காங்கிரசின் வெற்றிக்காக, பயனுள்ள விவாதங்கள் நடைபெறுவதற்காக,

மேக்மாவுக்காக, உலோகங்களுக்காகப் பானம் அருந்துவோமாக என்றோம்.

பிறகு எங்களில் ஒருவர் ஆலோசனையின்றி திடுதிப்பெனக் கூறினார்:

''பாதாள உலகின் ஆழ்மட்டங்களில் அதிக அளவில் எண்ணெய் கிடைப்பதாக!''

உணர்ச்சி மிக்கதோர் இடத்தில் குப்பியைக் குத்தும் சொற்களாய் அமைந்தன இவை.

''பாதாள ஆழ்மட்டங்களில் எண்ணெய் இல்லவே இல்லை! அடுத்தபடி பூமியின் உள்ளடுக்கில் எண்ணெய் தேடச் சொல்வீர்கள் போலிருக்கிறதே!'' என்று அவர் காரசாரமாய்ப் பேசத் தொடங்கினார். ''அங்கக [organic] ஆதாரத்திலிருந்துதான் கனிம எண்ணெய் தோன்றியது — இது மறுக்க முடியாத உண்மை. வேறு விதமாய்க் கூறும் கருதுகோள்கள் யாவும் அதீத கற்பனைகளேதான். கனிம எண்ணெய் அனங்கக [inorganic] ஆதாரமுடையது என்னும் கருத்தை ஒரு கருதுகோளாகக்கூட ஏற்பதற்கில்லை. விஞ்ஞானத்தில் இது ஒரு தவறான போக்கைக் குறிக்கிறது!...''

இப்பொழுது ''மூதறிஞர்கள்'' வாதாட முற்பட்டுவிட்டனர். விஞ்ஞானிகளில் சிலரின் கருத்துப்படி, இது பற்றிய உண்மை நெருப்புத் திரவ அங்கி அணிந்து காட்சியளித்தது. வேறு சிலர் இது புவிக்கோளின் குளிர்ந்த மோன நிலையில் வெளிப்படக் கண்டனர். மற்றும் சிலர் இதனைத் தரைக்கடியில் பெருக்கெடுத்தோடும் வெந்நீராலும் உயர்வெப்ப நீராவியாலுமான பிரம்மாண்ட அருவிகளில் கண்டனர்....

நாங்கள் உலகின் தலைசிறந்த புவியியலாளர்களை அணுகி, பூமியின் படுபாதாள ஆழ்மட்டங்களின் அமைப்பையும், பூமியின் மேலோட்டையும், அதன் உள்ளடுக்கையும், நடுப்

பகுதியையும் பற்றிய எங்களது வினுக்களுக்குப் பதிலளிக்கும்படிக் கேட்டோம்....

எங்களுக்குக் கிடைத்த பல்வேறுபட்ட, முரண்பாடான பதில்களைக் கொண்டு ஒன்றல்ல, மிகப் பல ஆய்வுக் கட்டுரைகளை எழுதிவிடலாம் போலிருந்தது. வேடிக்கை என்னவெனில் எந்த இரு கருத்துக்களும் ஒன்றையொன்று ஒத்திருக்கவில்லை. தவிரவும், எங்கள் கேள்விகளுக்குப் பதிலளித்த முப்பது விஞ்ஞானிகள் சுமார் ஐம்பது கருதுகோள்களை எடுத்துரைத்தனர்! இவற்றில் ஒன்று, அக்காலத்துக்கு மிகவும் துணிகரமானதாகவும் அசாதாரணமானதாகவும் எங்களுக்குத் தோன்றியது.

''புவிக்கோளமானது நெருப்புத் திரவத்தாலானது அல்லது உருகிய நிலையிலுள்ளது என்னும் கருத்துக்கள் யாவும் பேரண்டத்தைப் பற்றிய தெய்வீகக் கருத்தோட்டங்களிலிருந்தே உதித்தவை என்பதைக் காணலாம்; இக்கருத்தோட்டங்களுக்கும் விஞ்ஞானத்துக்கும் அடிப்படையில் ஒட்டுமில்லை உறவுமில்லை'', என்று பேரவை விஞ்ஞானி வி. இ. வெர்னுத்ஸ்கிய் [V. I. Vernadsky] கூறினுர். ''புவிக்கோளத்தின் நடுமையத்துக்கு நெருங்கியதும் வெப்பநிலை மிக வேகமாய்க் குறைந்துவிடலாம் என்பது நம்பத்தக்கது மட்டுமல்ல, ஏற்கப்பட வேண்டியதும் ஆகும்'' என்ருர் அவர்.

எங்கள் நிலை சங்கடமாயிருந்தது. உலகப் புவியியல் விஞ்ஞானத்தின் சுடரொளிகளான இவர்களால் தம்மிடையே ஒரு பொது மொழியைக் காண முடியவில்லையெனில், விஞ்ஞானத்தின் துவக்கப் படிகளில் இருந்த எங்களுடைய நிலை என்னுவது!

விரைவில் நாங்கள் காங்கிரசின் வேலைகளிலே முற்றிலும் மூழ்கிவிட்டோம். பூமியின், அதன் தனித்தனிக் கூறுகளின் அமைப்பு, இவை உருவான முறை ஆகியவை சம்பந்தமான

மிக முக்கியப் பிரச்சினைகள் குறித்து புவியியலாளர்களிடையே ஒருமித்த கருத்துக்கள் இல்லை என்பதை இக்காங்கிரஸ் திரும்பவும் புலப்படுத்திற்று. ஆனால் இந்த நிலைமை யாரையும் சோர்வடையச் செய்துவிடவில்லை. மாருக, எங்கள் பணிகளில், எங்களுடைய ஆராய்ச்சிகளில் முழுமுரமாய் ஈடுபட வேண்டுமென்று எங்களை மேலும் அதிக அளவில் ஆவல் கொள்ளவே செய்தது.

முப்பது ஆண்டுகள் ஓடி மறைந்தன. அந்தக் காங்கிரசில் பங்குகொண்ட இளம் ஆராய்ச்சியாளர்களைத் திரும்பவும் சந்திக்க வேண்டுமென நான் விரும்பினேன். வேறு வழி இல்லாவிடில் எழுத்து மூலமாகவாவது அவர்களுடன் தொடர்பு கொள்ளவேண்டுமென நினைத்தேன். ஆனுல் அவர்களுடைய முகவரிகளை நான் குறித்து வைத்திருக்கவில்லையே. அதனுல் என்ன? — முடிவாகப் பார்க்கையில், புத்தகம் எழுதத் தேவைப்படுபவை அவர்களுடைய கருத்துக்களேயன்றி, முகவரிகள் அல்லவே. மிகவும் முக்கியமானது என்னவெனில், இந்த ஆண்டுகளில் புவியியலானது பிரமாதமான முன்னேற்றம் கண்டுவிட்டது. இதற்குப் பெருமளவு காரணமாய் இருந்தவை, அந்த இளம் விஞ்ஞானிகளும் செய்முறைப் புவியியலாளர்களும் ஆற்றிய சேவைகளே. ஆனுல் எங்களுடைய வாக்குவாதத்தின் முடிவு என்ன? இதற்கு ஏதேனும் ஒரு முடிவு ஏற்பட்டதா?

தீப் பிழம்பின் உந்தியிலே

''முடிவில் எரிமலை வாயின் விளிம்பை வந்தடைந்தோம். கொடிய வெப்பத்தின் அலை முழு பலத்துடன் எங்கள் முகத்திலே தாக்கிற்று. அதே கணத்தில், உருகித் தளபுளவெனக்

கொப்பளித்த பொன்மயமான ஒரு பெருந் தீக் கொப்பரையைக் கண்ணுற்று நாங்கள் கதிகலங்கிவிட்டோம். ஒன்றின் பின் ஒன்ருய்ச் சுனைகள் பீறிட்டெழுந்து மேலே உயர்ந்து திரும்பவும் கீழே பாய்ந்து நெருப்பு நுரையைச் சிதறடித்துக் கொண்டு விழுந்தன. இடையிடையே சரமாரியாகக் கற்குண்டுகள் விண்ணேக்கிப் பாய்ந்தன. கனத்த திரவத்தின் மேற்பரப்பில் இங்கும் அங்குமாய்க் கொப்பளங்கள் வெடித்து ஊதா புகையைச் சுருள் சுருளாய் வெளியிட்டன. உருகியப் பாறைக் குழம்பாலான இந்தப் பெரிய ஏரியில் மூன்று அல்லது நான்கு இடங்களில் மட்டும்தான் இந்த ஆவேசக் கொந்தளிப்பு நடைபெற்றுக் கொண்டிருந்தது. ஏரிப் பரப்பின் பிற பகுதிகள், கடுமையாய்க் கொதித்துப் பொங்கிய மண்டலங்களால் உந்திவிடப்பட்டு விம்மிப் புடைத்தெழுவதாயும், அடங்கித் தணிவதாகவும் இருந்தன. நாங்கள் மந்திரத்தால் கட்டுண்டு சிந்தை இழந்தவர்களானேம். உருகிய கற்குழம்பின் நொங்கும் நுரையுமிக்க அலையாலான பிரகாச மஞ்சள் கோடு, எரிமலை வாயின் எதிர்ப் பக்கச் சுவரில் மோதிக் கொள்வதை வைத்த கண் வாங்காது பார்த்துக் கொண்டிருந்தோம்.''

பெயர் பெற்ற பெல்ஜிய ஆராய்ச்சியாளரும் எரிமலை ஆய்வாளருமான பேராசிரியர் காரூன் தஸீயெவ் [Haroun Tazieff] இந்த நெருப்புத் திரவப் பொருளை எண்ணற்ற முறை தாம் நேருக்கு நேர் சந்தித்த நிகழ்ச்சிகளில் ஒன்றை இவ்வாறு சித்தரிக்கிருர். பாதாள உலகிலிருந்து கொந்தளித்து எழுந்து சீறும் இந்தக் கொடூரச் சக்தியைச் சித்தரிக்கும் ''சைத்தானைச் சந்திப்போம்'' என்ற ஒப்பற்ற திரைப்படத்தை அவர் உலகுக்கு அளித்திட்டார்.

பூமியின் உட்புறத்தில் உருகிய மேக்மாவின் செயற்பாட்டைக் கட்டுப்படுத்தும் விதிகள் குறித்து முப்பது ஆண்டுகளுக்கு முன்பு காரசாரமாய் விவாதித்தோரில் காரூன் தஸீயெவும் ஒருவரா? என்னுடைய அந்தப் பழைய நண்பர்களில் சிலரை இந்த எரிமலை ஆய்வாளர்களிடையே காண நேரிடலாம். ஆனால் பதினேழாவது சர்வதேசப் புவியியல் காங்கிரஸ் பிரதிநிதிகளது பட்டியலில் காரூன் தஸீயெவின் பெயரைக் காணவில்லை. இது வருந்தத்தக்கதே. ஆனால் அவர் அங்கு வந்திருந்தால், நிச்சயம் மேக்மாவாதிகள் பக்கம் தான் இருந்திருப்பார்.

ஆம், எங்களில் அனேகமாய் எல்லோருமே அன்று மேக்மாவாதிகளாய்த்தான் இருந்தோம். யாவற்றுக்கும் விளக்கம் கூறுவதாய்த் தோன்றிய இந்தத் தத்துவத்தின் எளிய தன்மைதான் அப்படி எங்களைக் கவர்ந்திழுத்து வந்தது. பூமி உருவானது பற்றிய கான்ட், லாப்லாஸ் [Laplace] கருதுகோள்களால் வழிகாட்டப் பெற்று, மிகப் பெரிவாரியான மேக்மாவாதிகள் முன்னொரு காலத்தில் பூமியானது முற்றிலும் உருகிய நிலையில் இருந்ததென்றும், பிறகு அதன் மேற்பரப்பு இறுகிக் கெட்டியாகி நமது பூமியின் மேலோடாகியதென்றும் நம்பினர். யாரும் பார்த்திராத வினோதவகைப் பொருளான மேக்மா இந்த மேலோட்டின் அடியில் தான் உள்ளது. இது இரண்டாயிரம் டிகிரிக்கும் கூடுதலான வெப்பநிலையுடையது; ஆயிரக்கணக்கான வளிமண்டலங்களின் பிரம்மாண்ட அழுத்தத்தால் இது இறுக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதன் விளைவாய் மேக்மாவானது உருக்கைவிட மிகப் பல மடங்கு கெட்டியாய் இருக்கிறது. திடீர் அதிர்ச்சிகள் எதிர்ப்படும்போது இது திடப் பொருளைப் போல் செயல்படுகிறது; ஆனால் மெதுவாக இயங்கும் செயற்பாடுகளுக்கு உட்

படும்போது திரவத்தைப் போல் விரவிப் பரவுகிறது. மேக்மாவாதிகளின் கருத்துப்படி இந்தப் பொருள்தான் எல்லாப் பாறைகளும் அடங்கியிருந்துள்ள, தோற்றுவிக்கப்பட்டு வருகிற உலைக்களமாகும்.

மேக்மாவைப் பற்றி முடிவின்றி வாக்குவாதங்கள் நடைபெறுகின்றன. மேக்மாவாதிகள் அவர்களுக்குள்ளேயுங்கூட வாக்குவாதம் புரிகின்றனர். பூமியின் உள்ளடுக்கினது சடப் பொருள் எங்கும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கிறதா, அல்லது வெவ்வேறு இடங்களில் வெவ்வேறு மாதிரியாக இருக்கிறதா என்ற அவர்களுடைய வாக்குவாதத்தின் எதிரொலிகளை இன்னமும் கேட்க முடிகிறது. எங்கும் அது உருகிய நிலையிலேதான் இருக்கிறது என்ற பழைய கருத்தை புவியியலாளர்களும் புவிபௌதிகவியலாளர்களும் இப்பொழுது நிராகரித்துவிட்டனர். உருகிய மேக்மாவானது பூமியின் மேலோட்டுக்கு அடியில் தனிப்பட்ட ஒரு சில மையங்களில் மட்டுமேதான் உள்ளதென்றும், இம்மையங்கள்தான் எரிமலைகளுக்கு ஊட்டமளிக்கின்றனவென்றும் அவர்கள் அனேகமாய் ஒருமனதாய் வலியுறுத்துகின்றனர். சில விஞ்ஞானிகள் இத்தகைய மையங்கள் மேலோட்டிலுங்கூட இருக்கலாமென்று கருதுகிறார்கள்.

யூரேஷியாவின் மிகப் பெரிய எரிமலையான கிலுச்செவ்ஸ்காயா எரிமலையின் செயற்பாட்டைப் பரிசீலனை செய்து, கம்ச்சாத்கா எரிமலை ஆய்வு நிலையத்தைச் சேர்ந்த பேராசிரியர் கார்ஷ்கோவ் [G. S. Gorshkov] இம்மலை குமுறி வெடிக்கும்போது, தரைக்கடியில் *30* அல்லது *40* கிலோமீட்டர் விட்டமும் *10* அல்லது *12* கிலோமீட்டர் வரையிலான பருமனும் கொண்ட பிரம்மாண்டமானதோர் உலையின் உருவை வரைய முடிகிறதென்பதை நிலைநாட்டினார். இந்த

உலை மேற்பரப்புக்குக் கீழே **50** அல்லது **60** கிலோமீட்டர் ஆழத்தில், பூமியில் மேலோட்டுக்கு அடியில் ஒரு பெரிய கண்ணுடி வில்லை போல் அமைந்திருக்கிறது.

எரிமலை உலைகள் ***100*** அல்லது ***150*** கிலோமீட்டர் வரையிலுள்ள ஆழங்களில் அமைந்திருக்கலாம் என்று அமெரிக்க புவியியலாளர்கள் கருதுகின்றனர். அதாவது பூமியின் மேலோட்டுக்குச் சற்று கீழே, பூமியின் உள்ளடுக்கினது மேற்பகுதியில் இந்த உலைகள் அமைந்துள்ளன. சில காலத்துக்கு முன்பு ஜப்பானிய புவிபௌதிகவியலாளர் யோக்கொயாமா [Yokoyama], ஓஷிமா தீவின் காந்தப் பொது உருவைக் கணித்தார். தீவு பூராவிலும் காந்தப் புலன் முறையாகவே இருக்கிறதென்று கண்டார். ஆனுல் கணிப்பு வேலைகளை முடித்ததும் மிகாரா எரிமலை எதிர்பாராத விதமாய் உயிர்ப்பு பெற்றுவிட்டது. யோக்கொயாமா திரும்பவும் அளவீடுகள் செய்து காந்தப் பொது உருவைக் கணித்தார். இம்முறை தீவுக்கு அடியில் காந்தக் குறைபாடு [magnetic anomaly] ஏற்பட்டுவிட்டதைக் கண்டுபிடித்தார்! இது எரிமலை உலையினுல்தான் தோன்றியிருக்க வேண்டுமென்று கொண்டு, இது நிகழ்ந்த இடத்தின் ஆழத்தை யோக்கொயாமா கணக்கிட்டார். இந்தக் குறைபாட்டுக்குரிய மண்டலத்தின் மேற்பரப்பு தரைக்குக் கீழ் இரண்டே இரண்டு கிலோமீட்டர் ஆழத்திலேயே இருக்கக் கண்டார்! இவ்வாருக அவர் எரிமலை உலைகள் பூமியின் உள்ளடுக்கில் இல்லை, மேலோட்டுக்கு அடியிலுமில்லை, மேலோட்டிலேயேதான் அமைந்திருக்கின்றன என்ற முடிவுக்கு வந்தார்.

எரிமலைகளையும் எரிமலைகளின் செயற்பாட்டையும் பற்றி பண்டைக் காலம் முதலாகவே வாக்குவாதங்கள் நடைபெற்று வருகின்றன. இந்தியாவிலும் கிரேக்கத்திலும்

விநோதமான பல கருத்துக்கள் எடுத்துரைக்கப்பட்டன. வேதாளங்கள் இந்த நெருப்புத் திரவப் பொருளைக் கக்குவதாகச் சிலர் கூறினர். தனது குகையை நெருங்கியோரின் மேல் நெருப்பையும் புகையையும் கக்கிய ஹீமேராவின் பயங்கரத் தீ மூச்சாக இதனைக் கருதினர். கிரேக்க புராணக் கதைகள் மீமனிதர்களான டைட்டான்களில் ஒருவரான டைபோனைப் பற்றிக் கூறுகின்றன. ஸூவசுடன் போரிட்ட போது இவர் பூமியிலே வந்து விழுந்தாரெனவும், இவர் உடல் விழுந்த இடத்தில் பூமியே உருகிவிடும்படி அவ்வளவு கொடிய வெப்பத்தை வெளியிட்டதாகவும் கூறுகின்றன. நெருப்பைக் கக்கும் மலைகளுக்குப் பாதாள உலகின் தெய்வமான வல்க்கனின் பெயர் சூட்டப் பெற்று, அவை 'வல்க்கனோ' என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த வல்க்கனைப் பற்றி எத்தனையோ கதைகளும் கற்பனைகளும் உண்டு. ஆனால் இப்பொழுது நாம் பேசிக் கொண்டிருப்பது ஹீமேராவையோ, டைட்டான் டைபோனையோ பற்றியல்ல; மேக்மா உலைகளைப் பற்றிதான் பேசிக் கொண்டிருக்கிறோம்.

எரிமலைவாதிகளது கருத்துக்கள் எல்லாவற்றையுமே சர்ச்சைக்குரியனவாகக் கூறிவிட முடியாது. அவர்களுடைய கோட்பாடுகளில் மறுக்க முடியாத உண்மைகளும் இடம் பெற்றுள்ளன. தீப் பிழம்பின் உந்தியிலிருந்துதான் பாறைகள் உருவாகின்றன. எரிமலைச் செயற்பாடு எவ்வகையானது என்பது தெரிந்தால், அந்தந்தச் சந்தர்ப்பத்திலும் இந்தச் செயற்பாட்டின் விளைவாய்த் தோன்றப் போகும் பாறை எவ்வகைப்பட்டதாக இருக்கும் என்பதை நாம் முன்கூட்டியே சொல்லிவிடலாம்.

பசிபிக் பெருங்கடலின் நடுவில் ஹவாய்த் தீவுகளில் கிலா

யுவா என்ெறாரு எரிமலை உள்ளது. இது உயிர்ப்புடன் இருக்கிறது என்பதற்கான அறிகுறிகள் பன்முறை வெளிப்பட்டுள்ளன. கடந்த முறை அது வெடித்தது 1960ஆம் ஆண்டில். அப்பொழுது ஹவாய்த் தீவின் மக்கள் இதன் வாயிற்கு மேல் திரும்பவும் நெருப்புச் சுனைகள் பீறிட்டெழக் கண்டனர். இவை மேலும் மேலும் வேகமாய்க் கிளம்பி மேலும் மேலும் அதிக உயரங்களை எட்டின. எரிமலை வாய் முழுதும் லாவா நிரம்பி வழியத் தொடங்கியது; பிறகு வெறித்தனமான வேகத்தில் கீழே பாய்ந்தோடி வந்தது. அதன் பாதையில் இருந்த எல்லாத் தடைகளையும் தகர்த்துக் கொண்டு ஓடிற்று. அணைகரைகள் அமைக்கப்பட்டு கிராமங்கள் தடைகாப்பு செய்யப்பட்டிருந்தன. சாதாரண சிறு எழுச்சிகளின் போது அவை நன்கு பாதுகாப்பு அளித்துத்தான் வந்தன. ஆனால் அன்று அவற்றின் ஆற்றல் சிறிதும் போதவில்லை; அவை சிதைந்து உடைந்தன. விமானப் படைக்குத் தகவல் அனுப்பி மேலிருந்து குண்டுகள் பொழிந்து கொடிய நெருப்பு ஆற்றுக்குப் புதிய பாதை அமைத்துத் தரச் சொல்வதற்கு கிராமவாசிகளுக்கு அவகாசம் கிடைக்கவில்லை. லாவா பெருக்கு கரும்புத் தோட்டங்களினுள்ளும் திராட்சைக் கொல்லைகளினுள்ளும் சீறிப் பாய்ந்து தன் பாதையில் இருந்தவை யாவற்றையும் நாசமாக்கிற்று. மக்களின் குடியிருப்புகள் இருந்த கடற்கரையை வந்தடைந்தது. கணப்பொழுதில் இவ்விடம் தீக்காடாகிவிட்டது. தலை தெறிக்க ஓடி வந்த லாவா அருவி ஒன்று கடலினுள் பாய்ந்தது. மறுகணமே யாவும் பெருங் கொந்தளிப்புக்கு உள்ளாயின. அடர்த்தியான நீராவி மேகம் உயர்ந்தெழுந்தது. எங்கும் இரவு போல மையிருட்டாகிவிட்டது. இந்தப் பெருவிபத்தின் பயங்கர விவரங்கள், உயிர் தப்பியோரின் கண்களில்

படாமல் நெடு நேரம் வரை மறைக்கப் பட்டு விட்டன....

இது போன்ற லாவா திரவத்தில் வாயுக்கள் அனேக மாய் இல்லையென்றால், இது காரப் பாறைகள் அல்லது தீக்கல் பாறைகள் [basic or basaltic rocks] எனப்படும் ஒரு வகை பாறையைத் தோற்றுவிக்கிறது என்பது விஞ் ஞானிகளுக்குத் தெரியும். இந்தப் பாறைகளில் சிலிசிக அமிலம் ஒப்பளவில் சொற்ப சதவீதமே அடங்கியுள்ளது. பசிபிக் பெருங்கடலின் எரிமலைத் தீவுகளில் இப்பாறைகள் மலிந்துள்ளன. தீக்கல் பாறைகள் தோன்றும் போதெல்லாம் லாவா வெளியீடு 1960ல் கிலாயுவா எரிமலையிலிருந்து வெளி யிடப்பட்ட அதே முறையில்தான் நடைபெறுகிறது.

புவியியலாளர்கள் இவ்வழியில் விளக்கம் கூறுவது ஹவாய்த் தீவுகளின் புடைப்பியல் தோன்றிய முறைக்கு மட்டுமல்ல. சந்திரனிலுள்ள எரிமலைகளும் இதையொத்த முறையில்தான் தோன்றினவென்றும், சந்திர மண்டலக் குழி களும் [lunar craters] இவ்வழியிலேதான் உருவாயினவென்றும் சில விஞ்ஞானிகள் கருதுகிறார்கள். அண்மையில் சோவியத் வானவியலாளர் நி. அ. கோஸிரெவ் [Kozyrev] அதிர்ஷ்ட வசமாய் சந்திரனிலுள்ள அல்போன்சுஸ் குழியிலிருந்து [Alphonsus Crater] வாயுக்கள் வெளியிடப்பட்டதைக் கவனிக்க நேர்ந்தது. ஆனால் இந்த வாயுக்களின் இயைபு வினோதமாயிருந்தது. இவற்றில் கரிமமும் [carbon] நீரக மும் [hydrogen] அதிகமிருந்தன. பூமியிலுள்ள எரி மலைகளில் இத்தகைய வாயுக்கள் சாதாரணமாய் வெளிப் படக் கண்டதில்லை. ஒருவேளை இந்த வாயு வெளியீடு எரி மலைச் செயற்பாடுகள் அல்லாத பிற நிகழ்ச்சிப்போக்கு களுடன் சம்பந்தப்பட்டதாக இருக்கலாமோ? சந்திரனில்

எரிமலைகள் உண்டென்று எல்லா விஞ்ஞானிகளும் ஒத்துக் கொண்டுவிடவில்லை. உதாரணமாய்ப் பலர், சந்திர மண்டலக் குழிகள் பெரும் பெரும் விண்கற்கள் சந்திரப் பரப்பில் மோதுவதால் தோன்றியவை என்று நம்புகிறார்கள். அங்கு வளிமண்டலம் இல்லை. ஆகவே அண்டவெளியிலிருந்து வந்து தாக்கும் இந்த விண்கற்கள் அங்கு பெருஞ் சேதம் விளைவிக்க வல்லனவாய் இருக்கும்.

கி. பி. 79ல் பாம்ப்பிய், ஹெர்க்குலானியம், ஸ்தாபியே ஆகிய மூன்று நகர்களையும் ஒரே அடியில் அழித்துவிட்ட பயங்கரமான பெருவிபத்து எல்லோருக்கும் தெரிந்ததே. எழுத்தாளர் பிளீனி இளையவர் [Pliny the Younger] இந்த விபத்தை நேரில் கண்ணுற்றவர். அவர் வரலாற்றாசிரியர் டாசிட்டசுக்கு [Tacitus] அனுப்பிய செய்தி ஒன்றில் இதைப் பற்றி எழுதினார். காளான் வடிவில் அமைந்த பிரம்மாண்ட மேகம் ஒன்று திடீரென வெஸ்ஸுவியசுக்கு மேல் தோன்றியது. பலத்த வெடிமுழக்கம் கேட்டது. அந்த மேகம் கணத்துக்குக் கணம் பெரிதாகிச் சிறுகச் சிறுக வானம் அனைத்தையுமே கவ்விக் கொண்டுவிட்டது. இரவு போல கார் இருள் சூழ்ந்துவிட்டது. எரியும் சாம்பல் பொலபொலவென விழத் தொடங்கியது. சூடேறிப் பழுத்திருந்த எரிமலைக் கற்குண்டுகள் எரிமலையின் வாயிலிருந்து பறக்கலாயின. மேகத்திலிருந்து கொட்டிய மழை நீருடன் சாம்பல் கலந்து கொண்டுவிட்டது. சகதிப் பெருக்கு நகரையே மூழ்க்கடித்தது. எரிமலையின் கற்குண்டுகளிலிருந்து தப்பியோர் சீற்றங்கொண்ட புயலில் சிக்கினர். கற்குண்டுகளிலிருந்தும் சகதிப் பெருக்குகளிலிருந்தும் உயிர் பிழைத்தவர்கள் மூச்சுவிட முடியாமல் திணறிச் சாக வேண்டியதாயிற்று. ஏனெனில் காற்று முழுவதிலும் கந்தகத்தின்

நச்சுப் புகை மண்டிவிட்டது. புகழ் பெற்ற அக்காலத்திய இயற்கை விஞ்ஞானியான பிளீனி மூத்தவர் [Pliny the Elder] இவ்வாறுதான் மடிந்தார்.

1944ல் வெஸ்ஸூவியஸ் மிகவும் கடுமையாக மற்றொரு முறை வெடித்துப் பொங்கிற்று. ஹவாய்த் தீவுகளின் லாவாவிலிருந்து வெகுவாய் வேறுபட்ட பாகுநிலை லாவா எரிமலை வாயிலிருந்து பெருகியோடிற்று. அதன் முன் பகுதி அனேகமாய் செங்குத்தாக, நான்கு அல்லது ஐந்தடுக்குக் கட்டிடத்தின் உயரமுடையதாய் இருந்தது. இந்த விபரீதக் காட்சியை அமெரிக்க விமானிகள் திரைப்படம் பிடிப்பதில் வெற்றி பெற்றனர். இந்த லாவா பெருக்கு எப்படி ஓடிற்று என்பதைப் பிற்பாடு நாங்கள் திரையிலே கண்ணுற்றோம். மிகவும் மெதுவாகவே அது ஓடிற்று — நடப்பவர் ஒருவர் அதில் அகப்படாமல் எளிதில் ஓடித் தப்பிவிடலாம். ஆனால் இந்த லாவாவின் பாதையிலிருந்தவை யாவும் அழித்தொழிக்கப் பட்டுவிட்டன.

வெஸ்ஸூவியப் பெருக்கின் பாறைகளுடைய இயைபை விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ந்தனர். இந்த லாவா கிலாயுவா எரிமலை வாயிலிருந்து வெளிவந்ததிலிருந்து மாறுபடுவதைக் கண்டனர். இந்த லாவாவில் சிலிசிக அமிலம் கூடுதலாய் இருந்தது. இந்த அமிலம் எந்த அளவுக்கு இருக்கிறது என்பதன் அடிப்படையிலேதான் எல்லா மேக்மா பாறைகளும் வகையீடு செய்யப்படுகின்றன. வெஸ்ஸூவிய லாவா நடுத்தர வகையைச் சேர்ந்ததாக அழைக்கப்படுகிறது. இன்னும் அதிக அளவில் சிலிசிக அமிலமுள்ள பாறைகள் அமிலப் பாறைகள் [acidic rocks] எனப்படுகின்றன. இந்த அமிலப் பாறைகளும் — உதாரணம் லிப்பரைட் — எரிமலைச் செயற்பாட்டு மண்டலங்களில்தான் காணப்படுகின்றன.

ஆனுல் இத்தகைய லாவாவை வெளியிடும் எரிமலேகளின் வெடிப்பெழுச்சி முற்றிலும் வேறு தன்மையதாகும்.

பெசிமியானயா எரிமலே கம்ச்சாத்காவில் உள்ளது. இது செயலழிந்து மாண்டுவிட்ட எரிமலே என்பதாகவே கருதப்பட்டு வந்தது. மிகப் பல பத்தாண்டுகளாய் இது உயிர்ப்புக் குறி எதுவுமின்றி அடங்கியிருந்தது. ஆனுல் 1956 மார்ச் 30ல் ஒரு பெருவிபத்து ஏற்பட்டது. பேராசிரியர் கார்ஷ்கோவ் விவரித்ததுபோல, திடீரென இதன் வாயிலிருந்து சாம்பலும் கற்குண்டுகளும் பறக்கத் தொடங்கி 40 கிலோமீட்டர் வரை உயர்ந்தெழுந்தன. எரிமலேயின் வெடிப்பு மிகவும் பயங்கரமாயிருந்தது. 25 அல்லது 30 கிலோ மீட்டர் தூரத்துக்குள்ளிருந்த எல்லா மரங்களும் புதர்களும் தாவரங்களும் அழிக்கப்பட்டுவிட்டன. சுற்றுவட்டாரத்திலிருந்தவை யாவையும் சின்னுபின்னமாக்கப்பட்டுவிட்டன; சுட்டெரிக்கப்பட்டுவிட்டன. ஆராய்ச்சியாளர்கள் எரிமலே வாயின் அருகே செல்ல முடிந்ததும், அங்கு இறுகிக் கெட்டியாகிவிட்ட லாவா இருப்பதைக் கண்டனர். அதில் சிலிசிக அமிலம் மிகுதியாயிருந்தது.

எரிமலேகள் எங்கிருப்பினும் — பசிபிக் கரையாஞலும் சரி, மத்தியதரைக் கடற் பிரதேசத்தின் நடுப் பகுதியாஞலும் சரி, மத்திய ஆப்பிரிக்கா அல்லது மத்திய அமெரிக்காவாஞலும் சரி — ஆராய்ச்சியாளர் அங்குள்ள எரிமலேகளின் செயற்பாடு எவ்வகைப்பட்டது என்பதைப் பரிசீலனே செய்வதன் மூலம், அங்கு எவ்வகையான பாறைகள் — காரப் பாறைகளா, நடுத்தரப் பாறைகளா [intermediate rocks], அமிலப் பாறைகளா — தோன்றுகின்றன என்று கூறிவிடலாம்.

தற்காலத்திலிருந்து பல பத்துலட்ச ஆண்டுகளுக்கு

முன்பு, மிகவும் புராதனமான புவியியல் ஊழிக்காலங்களில்' புவியியல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகள் இன்று நடைபெறும் அதே முறையில்தான் நடைபெற்றிருக்கும் என்று கொண்டு, புவியியலாளர்கள் எங்கெல்லாம் தீச்சார்ந்த [igneous] அமிலப் பாறைகள் காணப்படுகின்றனவோ, அங்கெல்லாம் பெசிமியானயா வகையைச் சேர்ந்த எரிமலைகள் இருந்தன என்று முடிவு செய்கிறார்கள். எங்கே நடுத்தரப் பாறைகள் உள்ளனவோ, அங்கு வெஸ்ஸூவியஸை ஒத்த எரிமலைகள் ஒரு காலத்தில் செயற்பட்டன என்கின்றனர். தீக்கல் பாறைகள் இருக்கும் பகுதிகள் கிலாயுவாவில் நிகழ்ந்ததை ஒத்த வெடிப் பெழுச்சிகள் ஏற்பட்ட பிரதேசங்களாகும். யூரல் மலைத் தொடரின் கிழக்குச் சரிவில் 30-40 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு மூவகையான எரிமலைகளும் இருந்தன என்று விஞ்ஞானிகள் கருதுகிறார்கள். ஏனெனில் இங்கு காரப் பாறைகள், நடுத்தரப் பாறைகள், அமிலப் பாறைகள் ஆகிய மூன்று வகைகளும் காணப்படுகின்றன. சைபீரியாவின் பிரதேசத்திலும் பெரும் பகுதிகளில் இத்தகைய எரிமலைகள் இருந்தன. இவற்றுடன்தான் (முக்கியமாய் பிரம்மாண்டமான வெடிப் பெழுச்சிகளுக்குரிய மண்டலங்களுடன்தான்) வைரங்கள் உருவான நிகழ்ச்சிப் போக்கு தொடர்பு கொண்டுள்ளது.

பசிபிக் பெருங்கடலின் ஆசியப் பகுதியிலுள்ள எரிமலைகளில் ஒன்று தற்போது எண்ணற்ற வெந்நீர் ஊற்றுகளால் சூழப்பட்டிருக்கிறது. இந்நீரில் இரும்பு, செம்பு, மற்றும் பல தனிமங்களின் உப்புகள் அடங்கலாய் பல்வேறு உப்புகளும் பெருமளவில் உள்ளன. தரைக்கடியிலுள்ள இந்நீர் ஓராண்டுக் காலத்தில் ஒரு முக்கியச் செம்புப் படிவத்தில் இருக்கக்கூடிய அளவுக்குச் சமமான செம்பை எடுத்துச்

செல்கிறது. பல செம்புக் கனிப் படிவங்கள் இவ்வாறுதான் தோற்றுவிக்கப்பட்டன என்று புவியியலாளர்கள் கருதுகிறார்கள். சூடான கரைசல்களில் அடங்கியுள்ள செம்பு உப்பு, பாறைகளில் படிந்து செம்புத் தாது அடுக்குகளாகிவிடுகிறது. யூரல் மலைத் தொடரின் கிழக்குச் சரிவிலும் கஸாஹ்ஸ்தானிலும் இதர இடங்களிலும் இவ்வாறு படிந்த செம்புதான் இப்பொழுது வெட்டியெடுக்கப்படுகிறது.

ஆனால் செம்புப் ப்டிவங்கள் தோன்றிய விதத்தை விளக்குவதிலுள்ள எல்லாச் சிக்கல்களுக்கும் மேக்மா தத்துவத்தின் மூலம் தீர்வு கண்டுவிட முடியாது. உதாரணமாய் யூரல் மலைத் தொடரின் கிழக்குச் சரிவில் இருக்கும் படிவங்களில் செம்பு எப்படி தோன்றியது என்பது தெளிவாக விளங்கவில்லை. பல நூறு ஆண்டுகளாய் இங்கு செம்பு வெட்டியெடுக்கப்பட்டு வருகிறதென்றாலும், அது எப்படி உருவாயிற்று என்பது பற்றிய தத்துவம் இன்னும் சரிவர வகுக்கப்படாகவில்லை.

யூரலின் வண்டற்படிவுப் பாறைகளில் [sedimentary rocks] செம்புச் சேர்மங்களும் அவை சார்ந்த கனிமங்களும் ஒரு பிரத்தியேகக் கந்தகை மேக்மாவாக இணைக்கப்பட்டன என்னும் கருதுகோளைப் பேரவை விஞ்ஞானி அ. நி. ஸவரீத்ஸ்கிய் [Zavaritsky] ***1920-30***ஆம் ஆண்டுகளில் எடுத்துரைத்து வந்தார். குளிர்ந்ததும் இவை பிரதானமாய்க் கண்ணாடி வில்லை வடிவமுடையவையாயின. பல விஞ்ஞானிகள் இந்தக் கருதுகோளின் ஆதரவாளர்களாயினர். ஆனால் இது உண்மைகளுக்கு ஒத்துவரவில்லை என்பது விரைவில் தெரியலாயிற்று. முக்கியமாய் சிபாய்ப் படிவம் பற்றிய விவரங்கள் இந்தக் கருதுகோளுக்கு முரண்பாடாய் இருந்தன. சிபாய்ப் படிவத்தில் கந்தகைப் பாறைகளில்

கல்லாகிவிட்ட உயிர்ப்பொருள் மிச்சசொச்சங்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டன. இதனை எத்தகைய மேக்மா என்பது?

மேக்மா உலேகளின் சுற்றெல்லே மண்டலங்களில் வெளி வரும் வெந்நீர்ப் பெருக்குகள் செம்புப் படிவங்களேத் தோற்றுவிப்பதில் முதன்மைப் பங்கு பெற்றிருக்கலாம் என் றும், பசிபிக் பெருங்கடலின் ஆசியப் பகுதியில் செம்பு கலந்த நீர் சேர்ந்து கொண்டிருக்கும் அல்லது இன்னும் பொருத்தமாகக் கூறுவதெனில் வெளிவந்து கொண்டிருக்கும் எரிமலேத் தீவுகளின் பிராந்தியத்தில் தற்பொழுது செம்புப் படிவங்கள் உருவாகிவருவதற்கு ஏறத்தாழ ஒப்பான முறை யிலேதான் யூரல் படிவங்களும் தோன்றியிருக்க வேண்டு மென்றும் விஞ்ஞானிகளில் ஒரு குழுவினர் கூறினர். இந்தக் கருத்தோட்டமும் நடைமுறைச் சோதனேக்கு உட்படுத்தப் பட்டது. நெடுங்காலம் வரை இது சரி என்பதாகவே தோன் றிற்று. முடிவில் இதுவும் உண்மைகளால் பொய்ப்பிக்கப் பட்டுவிட்டது.

*1936*ல் பேரவை விஞ்ஞானி அ. நி. ஸவரீத்ஸ்கிய் ஒரு புதிய கருதுகோளே முன்வைத்தார். செம்பானது பண்டைக் கால எரிமலேகளுடன் சம்பந்தப்பட்டதாகுமென அவர் கற்பிதம் செய்துகொண்டார். புவியியலாளர் கமெக்கி டிமோஷிதா [Kameki Timoshita] விவரித்த ஜப்பானிலுள்ள குரோமொனேப் படிவத்தை இவ்வகையில் உருவான படிவத்துக்கு உதாரணமாகச் சொல்லலாம்.

ஆனல் இந்தக் கருதுகோளும் காலத்தின் சோதனேயில் தேறவில்லே. யூரலின் செம்பு எப்படித் தோன்றியது என்பது குறித்து இன்று பல கருதுகோள்கள் இருந்து வருகின்றன. இவை சரிபார்க்கப்பட்டு வருகின்றன. எந்நேரமும் புதிய உண்மைகள் வந்த வண்ணமுள்ளன. இவ்வுண்மைகளில் சில

இக்கருதுகோள்களை மறுப்பதாயுள்ளன; வேறு சில இவற்றை உறுதி செய்வதாயுள்ளன.

மலைகள் உருவான விதத்தை ஆராயும்போது அடிக்கடி நாம் முன்னொரு காலத்தில் உயிர்ப்புடன் இருந்து இன்று அடங்கிக் குளிர்ந்துவிட்ட எரிமலை உலைகளைக் காண்கிறோம். இந்த உலைகளை அமைக்கும் பாறைகளை நாம் பிதுக்குப் பாறைகளென [intrusive rocks] அழைக்கிறோம். மேற்பரப்பை வந்தடையாது, பூமியின் உள்ளடுக்கிலிருந்து பிதுக்கிவிடப்பட்டவையாகக் கருதி இவற்றை இவ்வாறு அழைக்கிறோம்.

எரிமலைப் பாறைகள் வகையீடு செய்யப்பட்டுள்ளது போலவே பல்வேறு வகைப்பட்ட பிதுக்குப் பாறைகளுக்கும் ஒரு வகையீடு வகுக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்தப் பிதுக்குப் பாறைகளிடையில் கார வகை, நடுத்தர வகை, அமில வகைப் பாறைகளையும், மற்றும் சிலிசிக அமிலத்தை முறையே மிகச் சொற்ப அளவிலும் மிக அதிக அளவிலும் பெற்றுள்ள மீக்கார, மீயமிலப் பாறைகளையும் காண்கிறோம். இந்தக் குளிர்ந்த மேக்மா உலைகளுடன் இரும்பு, செம்பு, தங்கம், பிளாட்டினம் போன்ற பல உலோகக் கனிமங்களும், மற்றும் கல்நார், அப்ரகம் [mica] போன்ற உலோகமல்லாத பல வகையான கனிமப்பொருள்களும் மணிக் கற்களும் சம்பந்தப்பட்டுள்ளன. இப்பொழுது குளிர்நிலையிலுள்ள மேக்மா உலைகளை நாம் ஆராய்கையில், இவற்றை அமைக்கும் பிதுக்குப் பாறைகள் முன்னொரு காலத்தில் பூமியின் மேலோட்டுக்கு அடியில் உள்ளடுக்கிலே இருந்தவை என்பதாகக் கருதுவதில்லை. இவை முற்றிலும் பூமியின் மேலோட்டிலேயேதான் இருக்கின்றன என்பதைத் தெளிவாகக் காண்கிறோம்.

மிகப் பல வகையான கனிமப்பொருள்களுக்கும் குளிர்ந்த மேக்மா உலைகளுக்குமுள்ள தொடர்புதான் இளம் புவியியலாளர்களான எங்களை இவை இரண்டுக்குமுள்ள உறவுகளைத் தீர்க்கமாய் ஆராயவும், உலகின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் இவற்றை வெளிப்படுத்திக் காட்டவும் முற்படும்படித் தூண்டிற்று. ஒருவேளை அந்த பிரிட்டிஷ் ஐயுறவாளர் கூறியதுதான் சரி என்றாகிவிடுமோ?

முப்பது ஆண்டுகள் ஓடி மறைந்துவிட்டன. கனிமப் பொருள்கள் உருவாவது பற்றிய எல்லா விதிகளும் இன்னும் நமக்குப் போதிய அளவுக்குத் தெளிவாகிவிடவில்லை. உதாரணமாய், குரோமியப் படிவங்கள், அல்லது முறைப்படி கூறுவதெனில் குரோமியத்தில் சிக்கல் மிக்கதோர் உயிரகையான குரோமைட்டுப் படிவங்கள் மேக்மா இறுகிக் கெட்டியாவதன் முதற்கட்டத்துடனேயே சம்பந்தப்பட்டவை என்று கூறுகிறோம். மேக்மா உலைகளில் கனமான உலோகங்கள் அடிமட்டத்துக்கு அமுந்திவிடுவதாகவும், இலேசானவை மேல் மட்டத்துக்கு உயர்ந்து வந்துவிடுவதாகவும் சொல்கிறோம். மேக்மாவில் நிகழும் தொடக்கநிலை மறுவினியோகத்துக்கு இதுவேதான் காரணம். குரோமைட்டுகளும் பிளாட்டினமும்தான் மிகவும் கனமானவை. ஆகவே அவை உலையின் அடிமட்டத்துக்கு அமிழ்ந்து, அங்கே மணிகளாகவோ பெரிய அல்லது சிறிய திரட்சிகளாகவோ திரளுகின்றன. குரோமைட்டு ஆயிரத்து ஐந்நூறு டிகிரிக்கு அருகாமையிலான மிக உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் உருவாகிறது. இவை யாவும் மேக்மா தத்துவத்திலிருந்து தர்க்க ஒழுங்குபடி பெறப்படும் முடிவுகள்.

ஆனால் முன்பொரு நாள் யூரல் மலைத்தொடரின் மத்தியப் பகுதியில் புவியியலாளர்கள் தரையில் துளையிட்டுக் கொண்

டிருந்தபோது 600 மீட்டர் ஆழத்திலிருந்து, பிளாட்டினம், குரோமைட்டு இவற்றின் சேர்மானங்கள் அடங்கிய ஒரு மண்டலத்திலிருந்து, வலிவுமிக்க வாயுத் தாரை திடீரெனப் பீறிட்டு வெளிவரத் தொடங்கியது. இந்த வாயுவில் நீரகமும் மெதேனும் பெரிய சதவீதத்தில் காணப்பட்டன. பல விஞ்ஞானிகளின் கருத்துப்படி மெதேன் வாயு உயிர்ப் பொருள் ஆதாரமுடையதாகும். ஒருகாலத்தில் மேக்மா உலையின் அடியாழப் பகுதியாக இருந்த ஓர் இடத்திலிருந்து, ஓராயிரம் டிகிரிக்கும் கூடுதலான வெப்பநிலை இருந்த இடத்திலிருந்து இவ்வாயு வெளிப்படுவது விந்தையல்லவா?

மெதேன் வாயு மேக்மா உலைகளுக்குரிய தனிச்சிறப்பான வாயுவாக இருக்குமோ? மெதேன் உயிர்வகைகளின் செயற்பாட்டுக்குரிய மண்டலங்களில் மட்டுமின்றி மேக்மா நிகழ்ச்சிப்போக்குகளின்போது கூட தோற்றுவிக்கப்படலாமென்ற கருத்தை 1933லேயே பேரவை விஞ்ஞானி வெர்னுத்ஸ்கிய் முன்வைத்தார்.

எரிமலை அமைப்பிலும் புவியியல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகள் நடந்தேறுவதிலுமுள்ள விதிகளை இன்று இயங்கும் எரிமலைகளை ஆராய்ந்து வரும் நிலையங்கள் தெளிவுபடுத்துகின்றன. இப்பணியில் ஈடுபட்டுள்ள ஆராய்ச்சியாளருக்கு மிகுதியான வலிவும் துணிச்சலும் அஞ்சாநெஞ்சமும் தேவைப்படுகின்றன. உதாரணமாய், கம்ச்சாத்காவிலுள்ள எரிமலை ஆய்வு நிலையத்தின் இரு ஊழியர்களான பாப்கோவுக்கும் [V. F. Popkov] இவானோவுக்கும் [I. Z. Ivanov] லாவா பெருக்கின் வெப்பநிலையை அளந்து கூறும் பணி தரப்பட்டது. லாவாவினுள் வெப்பமானியை வீசியெறிந்து வெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொண்டுவிட முடியாது. ஆயினும் இப்பணியைச் செய்து முடித்தாக வேண்டும். செக்கச் சிவந்து

கொதித்துக் கொண்டிருந்த லாவாவின் மேல் இறுகிக் கெட்டியான பெருங் கட்டி ஒன்று, நீரில் மிதக்கும் பனிப்பாறை போல மிதப்பதை அவர்கள் கண்ணுற்றனர். எரிமலை ஆய்வாளர்கள் இந்தப் பாறையின்மீது தாவினர். கடப்பாரையால் குத்தி அதில் ஒரு துளை போட்டு, ஒரு விசேஷ வகை வெப்பமானியை அதனுள் செலுத்தினர்: 800 டிகிரி வெப்ப நிலை அதில் பதிவாயிற்று. ஆய்வாளர்கள் பாறையிலிருந்து தாவிக் குதித்து, தமது நிலையத்துக்குத் திரும்பி, தமது பணி நிறைவேற்றப்பட்டுவிட்டதை அறிவித்தனர்!

அல்லது இன்னொரு சம்பவத்தைக் குறிப்பிடலாம். எரிமலை ஆய்வாளர்களுடைய வேலைகளின்போது இது சாதாரணமாய் நிகழக் கூடியதே. எரிமலை-பௌதிகப் பிரிவின் தலைவரான கேன்ரிஹ் ஷ்தெயின்பெர்க் [Steinberg] கம்ச்சாத்காவிலுள்ள அவாச்சீன்ஸ்கிய் எரிமலையின் வாயினுள்ளிருக்கும் பாறைகளை ஆராய்ந்து வரும்படியும், அங்குள்ள எரிமலை வாயுக்களில் மாதிரிக் கூறுகள் சேகரித்து வரும்படியும் பணிக்கப்பட்டார். அவர் எரிவாயினுள் இறங்கினார். தமது பொதிப் பையை ஒரு பக்கமாய் வைத்துவிட்டுப் பாறை மாதிரிக் கூறுகள் சேகரிக்கவும், தனிவகை உருளைகளில் வாயு மாதிரிக் கூறுகளை நிரப்பவும் தொடங்கினார். இவ்வேலைகள் முடிவுற்றதும் அவர் தாம் ஒரு பாறைமீது வைத்துவிட்டு வந்திருந்த பொதிப் பை எரிந்து பொசுங்கி விட்டதைக் கண்டார். அந்தப் பாறையின் வெப்பநிலையை ஷ்தெயின்பெர்க் அளந்தார் — 400 டிகிரிக்கும் மேலிருந்தது!... இந்த எரிமலை ஆய்வாளரும் அவருடைய சக ஊழியர்களும் அவாச்சீன்ஸ்கிய் எரிமலையின் வாயினுள் இரண்டரை மணி நேரத்துக்குமேல் இருந்தனர். அவர்களுடைய சுவாசக் கருவிகள் எரிமலை வாயுக்களை உள்ளே நுழைய

விடத் தொடங்கிய பிறகே அங்கிருந்து வெளியே வந்தனர்.

எரிமலை ஆய்வாளர்கள் தமது உயிருக்கு அபாயம் உண்டாவதையும் பொருட்படுத்தாமல், எரிமலை வாயின் கொடும் வெப்பத்தை லட்சியம் செய்யாமல் உள்ளே சென்று வெப்பநிலை, அழுத்தம், வாயு இயைபு முதலானவை பற்றிய விவரங்களைச் சேகரிக்கும்படி அவர்களைத் தூண்டுவது எது?

மாஸ்கோவிலுள்ள துஷீன்ஸ்காயா தெருவுக்குச் செல்வோமானால் இக்கேள்விக்குப் பதில் தெரிந்துவிடும். அங்கு எரிமலை போன்றதொன்றைக் காணலாம். ஆம், மாஸ்கோவிலேயேதான், துஷீன்ஸ்காயா தெருவில் எரிமலையின் உருகிய நெருப்புத் திரவப் பெருக்கைக் காணலாம். ஆனால் இது செயற்கை முறையில் 1000—2000 டிகிரிக்குச் சூடாக்கப்பட்டு உருக்கப்பட்டிருக்கிறது. கார வகையைச் சேர்ந்த தீக்கல் பாறைகள் இவ்வேலைக்கு மிகவும் சிறந்த பொருளாயிருக்குமென எரிமலை ஆய்வாளர்கள் முன்பே குறிப்பிட்டிருந்தனர். இங்கே கல் வார்ப்படசாலையில் தொழிலாளர்கள் தீக்கல் உருக்கை அச்சுகளில் ஊற்றி குழாய்களும் தட்டுகளும் மற்றும் பல பண்டங்களுமாய் வார்த்திடுவதற்குக் கற்றுக் கொண்டனர். தீக்கல் வார்ப்புப் பண்டங்கள் அமிலத்தையும் வெப்பத்தையும் தாக்குப்பிடிக்க வல்லவை. சில ஆலைகளில் இவை உலோகங்களுக்குப் பதிலாய் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. எரிமலை ஆய்வாளர்கள் நடத்திய ஆராய்ச்சிகளால் விளைந்த நடைமுறைப் பயனே ஆகும் இது.

மற்றொரு நடைமுறைப் பயன் என்னவெனில், எரிமலையின் வெப்பம், அல்லது ஆற்றல் இயல் பொறியியலாளர்கள் கூறுவதுபோல இந்தச் ''செங்கரி'' தொழில் துறைக் காரியங்களுக்காகப் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்படுகிறது. எரிமலை

உலைகளுக்கு அருகில் சூடாக்கப்படும் அதிவெப்ப நீராவியைக் கொண்டு இத்தாலியிலும் நியூஜிலந்திலும் உலகின் இதர பல பகுதிகளிலும் பல மின் நிலையங்கள் இயங்கி வருகின்றன. எரிமலையின் வெப்பத்தை சோவியத் நாடும் பயன்படுத்தத் தொடங்கியுள்ளது. கம்ச்சாத்காவில் ஒரு முன்மாதிரி நிலையம் கட்டப்பெற்று வருகிறது; மற்றும் பல நிலையங்களின் நிர்மாணம் விரைவில் துவக்கப்படும்.

ஆனால் நெருப்புத் திரவக் குழம்பின் இயல்புகளில் எரிமலை ஆய்வாளர்கள் அக்கறை செலுத்துவதற்குப் பிரதான காரணம், இதில் அடங்கியுள்ளவையும் இதிலிருந்து உருவாகின்றவையுமான பொருளாதார உபயோகமுள்ள கனிமங்கள்தான். பூமியின் விந்தைமிக்க உள்ளடுக்குதான் உண்மையில் எல்லா உபயோகமுள்ள கனிமங்களின் மூலத் தோற்றுவாயாகுமானால், நாம் வரக்கூடிய முடிவு ஒன்றே ஒன்றுதான்: நாம் மேலும் தொடர்ந்து ஆராய்ச்சிகள் நடத்தி இந்த மூலத் தோற்றுவாயை அடைந்தாக வேண்டும் என்பதே அந்த முடிவு. பேசாமடந்தையாயுள்ள இயற்கையின்முன் கண்ணை மூடித் தலைவணங்கி நிற்கும் நிலையிலிருந்து இவ்வாறு நம்மை விடுவித்துக் கொண்டாக வேண்டும். பூமியின் உள்ளடுக்கினுடைய பொருள் உடைத்துக் கொண்டு மேற்பரப்புக்கு மாற்று உருவிலேனும் வந்து சேர்வதற்கான மார்க்கங்களாக இந்த எரிமலைகள் இருக்கலாமல்லவா?

எரிமலைகளை ஆராய்வதன் மூலமாய் நாம் தீச்சார்ந்த பாறைகள் எப்படி உருவாகின்றன என்பது குறித்தும், எரிமலைகளின் செயல்நுட்பங்கள் குறித்தும் மறுக்க முடியாத உண்மை விவரங்களை ஏராளமாய்ப் பெறுகிறோம்.

ஆயினும் தீர்வு காணப்படாத பிரச்சினைகள் இன்னும் எத்தனையோ இருக்கின்றன! எரிமலைகளுக்கு ஊட்டமளிக்கும்

உலேகளின் ஆழத்தைக் கண்டறிவதற்கும், பூமியின் உள்ளடுக்கினுடைய பொருளின் இயைபைத் தெரிந்து கொள்வதற்கும், நீரகக் கரிமங்களுக்கும் [hydrocarbons] மேக்மாவுக்குமுள்ள உறவைப் புரிந்து கொள்வதற்கும் இன்னும் செய்யப்பட வேண்டிய வேலே எவ்வளவோ இருக்கிறது! இந்த மேக்மா எப்படி உருவாகிறது? இந்தக் கேள்விகளுக்கு விடை காண்பதற்கு, நாம் நமது புவிக்கோளிலுள்ள பெரும் பிளவுகளின் வரலாற்றை முதலில் பரிசீலித்தாக வேண்டும். ஏனெனில் மேக்மா மேற்பரப்புக்கு வெளிவந்து தனது தடங்களே விட்டுச் செல்வதற்கு இந்தப் பெரும் பிளவுகள்தான் ஏற்ற இடங்களாகும்.

கொந்துவாளு கண்டத்தின் சிதைவு

பூமியின் மேலோட்டுக்கு அடியிலுள்ள உள்ளடுக்கிலிருந்து லாவாவை இடுக்குகள் வழியே பூமியின் மேற்பரப்புக்கு ஓடி வரச் செய்வதற்குத் தேவையானதெல்லாம் அழுத்தம் மாற வேண்டியதுதான் என்று எரிமலே ஆய்வாளர்கள் கூறுகிருர்கள். உள்ளடுக்கின் சடப்பொருள் மிக உயர்ந்த வெப்பநிலேயில் இருப்பினும் அது திடப்பொருளாகத்தான் இருக்கிறது, ஏனெனில் அங்குள்ள பிரம்மாண்ட அழுத்தம் அதனேத் திரவப்பொருளாக மாருதபடித் தடுத்துவிடுகிறது என்கிருர்கள். எனவே, பூமியின் மேலோட்டிலுள்ள பிளவுகளே மேலும் தீர்க்கமாய் ஆராய்வது பொருத்தமாயிருக்கும்.

முன்பொரு நாள் ஆப்பிரிக்காவைச் சுற்றிக் கடற்பயணம் செய்யப் புறப்பட்டவர்களின் குழு ஒன்றில் சேர்ந்து கொள்ளுமாறு என்னே அழைத்தனர். போகிற வழியில்

பூமியின் பிளவு மண்டலங்களைப் பார்க்க முடியுமாதலால், நான் இந்த அழைப்பை மகிழ்ச்சியுடன் ஏற்றுக் கொண்டேன். முதலாவது பிளவு பாஸ்பொரசிலும் டார்டனெல்ஸிலும் அமைந்துள்ளது.

மேலும் தொடர்ந்து செல்லுகையில் நாம் விந்தைமிக்க கொந்துவானு கண்டத்தில் அழியாது எஞ்சியுள்ளவற்றை வந்தடைவோம். கொந்து என்பது இந்தியாவிலுள்ள ஒரு பழங்குடியையும், வானு என்பது அங்குள்ள ஒரு நாட்டையும் குறிக்கும் சொற்கள். இரு சொற்களுமாய்ச் சேர்ந்து ஒரு பெருங் கண்டத்தின் பெயரைக் குறிக்கின்றன. விஞ்ஞானிகளின் கருத்துப்படி இப்பெருங் கண்டம், இன்று இந்தியாவும் ஆஸ்திரேலியாவும் ஆப்பிரிக்காவும் அமெரிக்காவும் இருக்கும் பரப்புகளையும், தற்போது இந்திய, அட்லாண்டிக் பெருங்கடல்களுக்கு அடியில் மூழ்கிக் கிடக்கும் மிகப் பெரும் பரப்புகளையும் தன்னுள் கொண்டிருந்தது. பல கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு இந்தப் பெருங் கண்டத்தைச் சிதையச் செய்த பிளவுகளின் அறிகுறிகளை இங்கு நான் காண முடியும்.

எங்களுடைய ''பெலிக்ஸ் திஸெர்ழீன்ஸ்கிய்'' கப்பல் பாஸ்போரசினுள் எப்பொழுது நுழையுமென்று ஆவலுடன் காத்திருந்தேன். பத்துலட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நான்காவது ஊழியின் [Quarternary Period] தொடக்கத்தில், கருங்கடல் தற்போதுள்ள காஸ்பியன் கடலைப் போல் வெளித்தொடர்பின்றி முழுமையாக நிலத்தால் சூழப் பெற்ற ஏரியாக இருந்ததென்றும், நன்னீர் ஏரிகளுக்கு ஏற்ற உயிரினங்கள் இதில் நிறைய வாழ்ந்தனவென்றும் புவியியலாளர்கள் கூறுகிறார்கள். தினேஸ்தர், தினேப்பர், தோன், டான்யூப் ஆறுகள் இதனுள் ஏராளமாய் நன்னீரைக்

கொண்டுவந்து கொட்டியதால், இந்த ஏரி மிகக் குறைந்த உவர்ப்புடையதாக இருந்தது. பிறகு பெருவிபத்து ஏற்பட்டு, ஒரு பகுதி நிலத்தைக் கடல் கொண்டுவிடவே ஜலசந்தி தோன்றி மத்தியதரைக் கடலின் உப்பு நீர் கருங்கடலினுள் ஓடிப் பாய்ந்தது. நன்னீர் ஏரியில் வாழ்ந்து வந்த உயிர்வகைகள், தமது நிலைமைகளில் ஏற்பட்ட இந்தப் பெரும் மாற்றத்துக்குத் தம்மைத் தகவமைத்துக் கொள்ள முடியாமல் மடிந்துவிட்டன. இறந்தொழிந்த இவ்வுயிரினங்களது அழுகலால் தோன்றிய பொருள்கள் — பிரதானமாய் நீரகக் கந்தகை [hydrogen sulphide] — இன்றுங்கூட கருங்கடலின் நீரை நச்சுப்படுத்தி வருகின்றன. இந்த நச்சு மண்டலம் 200 மீட்டர் ஆழத்தில் தொடங்கி கடலின் அடித்தரை வரை வியாபித்திருப்பதைக் காண முடிகிறது. கருங்கடலின் மேற்பரப்பு மண்டலத்தில்தான் உயிர்வகைகள் வாழ்வது சாத்தியமாய் இருக்கிறது. ஆழ்மட்டங்களில் உயிர்வகைகள் இருக்கவில்லை என்றே கூறலாம்.

முடிவில் பாஸ்போரசினுள் நுழைந்தோம். அதன் கரையில் வரிசையாகச் சொகுசான மாளிகைகளும், பண்டை இஸ்தான்பூலின் எண்ணற்ற பள்ளிவாசல் தூபிகளும் குவிமாடங்களும் காட்சியளித்தன. இவற்றுக்கும் அமெரிக்கப் பாணியில் கட்டப்பெற்றுள்ள நகரின் வாணிபப் பகுதிக்குமுள்ள மாறுபாடு கண்ணை உறுத்துவதாயுள்ளது.

பாஸ்போரசிலும் டார்டனெல்சிலும் ஜலசந்தியின் சரிவுகளில் தெட்டத்தெளிவான அடுக்குத் திடல்களைக் கண்டேன். இங்கு ஆறு ஒன்று ஓடியிருந்தால்தான் அடுக்குத் திடல்கள் தோன்றியிருக்க முடியும். அடுக்குத் திடல்கள் என்பவை கடல் மட்டத்தில் உண்டாகும் மாறுபாடுகள் விட்டுச் செல்லும் புவியியல் தடங்களாகும்; கடலில் கலக்கும்

ஆற்றின் கரைகளிலே இத்தடங்கள் விட்டுச் செல்லப்படு கின்றன. ஆனுல் பிளவு ஏற்பட்டிருந்தால் இங்கு இருக்க வேண்டிய செங்குத்தான இடுக்குக்குரிய அறிகுறி எதையும் காண முடியவில்லே.

நான் இதை விஞ்ஞானிகளுக்குச் சுட்டிக்காட்டியபோது அவர்கள் உடைப்பு வழியே பாய்ந்த நீரானது இந்த அறிகுறி கள் யாவற்றையும் அழித்துவிட்டதென்றும், அடுக்குத் திடல் கள் மட்டும்தான் எஞ்சியுள்ளனவென்றும் கூறி, என்னுடைய சந்தேகங்களைப் புறக்கணித்தனர்.

இதன்பின் கவர்ச்சிமிக்க விநோத இடங்கள் எனக் கூறத் தக்கவை வரலாயின. புவியியலே நாங்கள் மறக்க நேர்ந்தது. திராய் நகரம் இருந்த கரையோரமாய்ச் சென்று கொண் டிருந்தோம். இதற்குச் சில காலத்துக்கு முன்புதான் இங்கு ஓரிடத்தில் தொல்பொருள் ஆய்வாளர்கள் [archaeologists] திராய் போர் நடைபெற்ற அந்தப் புராதனக் காலத்தைச் சேர்ந்த கப்பல் ஒன்றைக் கண்டுபிடித்தனர். ஹோமரின் [Homer] ஒடிசியிலிருந்தும் இலியாதிலிருந்தும் பல வரிகள் எனது நினைவுக்கு வந்தன.

பிறகு நாங்கள் மத்தியதரைக் கடலின் ஒரு முக்கிய துறைமுகமான பிரேயசை வந்தடைந்தோம். இன்று இது ஏதென்ஸ் நகருடன் இணைந்துவிட்டது. பஸ்ஸில் ஏறி ஏதென்ஸ் தேசியப் பொருட்காட்சிசாலேக்குச் சென்ருேம். பிறகு புகழ்மிக்க கோயில்களையும் பெயர்பெற்ற பல நூற் ருண்டுக் கால வரலாற்றையும் கொண்ட அக்ரோபோலி சிற்குச் சென்று பார்வையிட்டோம். கற்பனையை அள்ளிய பண்டைக் கதைகள் நாற்புறமிருந்தும் எங்கள் முன்னே எழுந்தன. திரும்பவும் நாங்கள் புவியியலே மறக்க வேண்டிய தாயிற்று!

போர்ட் செயிதை வந்தடைந்து அங்கிருந்து மெம்பி சிற்கு அருகிலுள்ள உலகப் புகழ் படைத்த பிரமிடுகளுக்கும் ஸ்விங்ஸ்களுக்கும் (சிங்கச் சூரணங்குகள்) சென்றிருந்தோம். இந்த மாபெரும் வரலாற்றுச் சின்னங்கள் எதிரே நின்ற போது, மனித கலாசாரத்தின் பல்லாயிர ஆண்டு வரலாற் றின் தொன்மையை நாங்கள் உணர முடிந்தது. பூமியின் புவியியல் வரலாறு கண்ட பல பத்துகோடி ஆண்டுகளுங்கூட இவ்விடத்தில் அவ்வளவாக மலைப்புத் தட்டுவதாயில்லை.

இதற்கும் அப்பால், பூமியின் மேலோட்டில் பிளவுகள் ஏற்பட்ட மற்றொரு மண்டலம் ஆரம்பமாகியது. இப்பிளவு கள் பல பத்துலட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு ஏற்பட்டவை. இவற்றை நான் பார்க்க விரும்பினேன்.

தற்போது செங்கடலும் நைல் ஆற்றின் தலைப் பகுதி யிலுமுள்ள மண்டலத்திலும் இன்னும் தென் திசையிலும் சுமார் 6 கோடி அல்லது 10 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு பிரம்மாண்டமான புடைப்புகள் ஏற்பட்டதாகச் சில விஞ் ஞானிகள் கருதுகிறார்கள். இவை சிறிது சிறிதாக உருவாகி எழுந்தனவாம். முதலில் பல்வேறு வகையான வளைவுகள் தோன்றின. இவற்றில் சிலவற்றின் மையங்கள் ஒரு கிலோ மீட்டர் உயரத்துக்கு ஓங்கி உயர்ந்தன. இதைத் தொடர்ந்து பயங்கர பூகம்பங்கள் ஏற்பட்டன. புடைப்பு மண்டலங்கள் பிரம்மாண்டக் குழிகளாயின. பிளவுகளின் வழியே லாவா பெருகியோடி எரிமலைப் பாறைகளாலான பெரு வெளிகளைத் தோற்றுவித்தது.

ஆப்பிரிக்காவில் பிளவுகள் ஏற்பட்ட இரு முக்கிய வரி கள் வரையறுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. முதலாவது எரிட்டிரிய வரி, இரண்டாவது கிழக்காப்பிரிக்க வரி. எரிட்டிரிய வரி செங்கடல் மண்டலத்துடன் ஒன்றிவிடுகிறது. கிழக்காப்பிரிக்க

வரி நைல் ஆற்றின் தலைப் பகுதியிலிருந்து தங்கனீக்கா, ஆல்பர்ட், கிவு ஏரிகளின் மண்டலங்களுக்குச் சென்று, அங்கு கிளைகளாகப் பிரிந்து ஓரளவு விலகிப் பிறகு ஆப்பிரிக்கக் கண்டத்தின் தென்பகுதிகளில் திரும்பவும் ஒரே வரியாக ஒன்றுகூடுகிறது. இதனை அடைவதற்கு நாம் சூயஸ் கால்வாய் வழியே சென்று செங்கடலை அடைந்தாக வேண்டும்.

நான் அவநம்பிக்கையுடன் அணுகினேனோ, அல்லது விஞ்ஞான ஆய்வுரைகளில் நான் படித்திருந்தவற்றை உண்மையில் நிலைநாட்டும் ஆதாரங்கள் இங்கு இல்லையோ — தெரியவில்லை எனக்கு. எப்படியானாலும் செங்கடலிலும் சரி, ஏடன் குடாவிலும் சரி எனக்கு ஏமாற்றமாகவே இருந்தது. புவியியல் படங்களில் காட்டப்படும் பிளவுகளது அமைப்புக்குரிய திட்டவட்டமான அறிகுறிகளில் எதுவும் இங்கு எனக்குத் தென்படவில்லை.

வழியில் பல இடங்களில் நாங்கள் எங்கள் பயணத்தை நிறுத்திவிட்டு சுவையான பலவற்றையும் கண்டோம். இந்தியப் பெருங்கடலும் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலும் ஒன்று கலக்கும் அதிசயக் காட்சியைக் கண்டுப் பரவசமடைந்தோம். இவ்விரு கடல்களின் நீரும் வண்ணத்தில் வெகுவாக வேறுபடுகிறது. ஆனால் நான் புவியியலாளர்களையோ, எரிமலைப் பாறைகளையோ காணவே இல்லை. பாறைகளைக் கண்டிருக்கக் கூடிய இடங்களில் நாங்கள் கரையிலிருந்து நெடுந்தொலைவு விலகிச் சென்றோம்; புவியியலாளர்களைச் சந்தித்திருக்கக் கூடிய இடங்களில் அவர்கள் தமது இயற்கைவள ஆராய்ச்சிகளுக்காகப் போய்விட்டதாகக் கூறப்பட்டது.

நாங்கள் நன்னம்பிகை முனையை விட்டுச் சென்றதும், கப்பலில் இருந்தவர்கள் பரம்பரைக் கதைகளில் கூறப்படும் அட்லாண்டிகைப் பற்றிச் சொல்லும்படி என்னைக் கேட்டனர்.

மிகப் பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பு அட்லாண்டிக் பெருங்கடலிலோ, வேறோர் இடத்திலோ அட்லாண்டிஸ் என்றொரு பழம்பெரும் கண்டம் இருந்ததாகக் கதை ஒன்று வழக்கில் இருந்ததைப் பற்றி நான் கூறினேன். கிறிஸ்துவுக்கு சுமார் 400 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு பிளாட்டோ [Plato] முதன் முதலில் இதைப் பற்றி எழுதினார். அவருக்கு இதைப் பற்றி அவருடைய பாட்டனாருக்குப் பாட்டனாரான ஏதன்ஸ் நகரைச் சேர்ந்த அறிஞர் சலோனிடமிருந்து [Solon] தெரிய வந்ததாம். சலோன் இதனை எகிப்திய குருமார்கள் சொல்லக் கேட்டிருந்தாராம். அட்லாண்டிசின் அரசர் ஏதன்ஸ்வாசிகளை அடிமைப்படுத்தத் தீர்மானித்ததாகச் சொல்லப்படுகிறது. ஆனால் ஒரு கடும் போரில் அட்லாண்டியர்கள் தோற்கடிக்கப்பட்டனராம். இதன்பின் சீக்கிரத்தில் அட்லாண்டிசையும் அதன் மக்களையும் நகரங்களையும் கடல் கொண்டுவிட்டதாம்.

இந்த அட்லாண்டிஸ் எங்கு இருந்திருக்கக் கூடும் என்பது குறித்து முன்வைக்கப்பட்டிருக்கும் வகைவகையான கருதுகோள்களுக்கு அளவே இல்லை! சர்காஸ்ஸோ கடல், அர்மீனியா, ஸ்வீடன், காக்கசஸ், நைல் ஆற்றின் முகத்துவாரம் இவ்வாறாகப் பல இடங்களும் இதன் இருப்பிடமாக இருந்திருக்கலாம் என்பதாகச் சொல்லப்படுகிறது. அட்லாண்டிஸ் கதையானது கிரீன்லந்தைப் பற்றிய அறைகுறையான சில தகவல்களைப் பிரதிபலிப்பதாக இருக்கிறது என்று சில காலத்துக்கு முன்பு பேரவை விஞ்ஞானி தி. வ. நலீவ்க்கின் [Nalivkin] கூறினார்.

அண்மைக் கால ஆராய்ச்சிகள் அட்லாண்டிசின் புதிருக்கு ஓரளவு விளக்கம் தந்துள்ளன. இப்பிரச்சினையில் கருத்து செலுத்திய பேராசிரியர் ழீராவ் [N. F. Zhirov]

பல பரம்பரைக் கதைகளிலும் ஆண்டுக் கணக்கு முறைகளிலுங்கூட சில கால வரையறைகள் ஒத்திருப்பதைச் சுட்டிக் காட்டினர். பண்டைய அஸ்ஸீரியர்களும் பாபிலோனியர்களும் அவர்களது ஆண்டுக் கணக்கு முறையை பதினொன்றரை ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நடைபெற்ற ஒரு நிகழ்ச்சியிலிருந்து தொடங்கினர். சிறிது காலத்துக்கு முன்பு அணுசக்திக் கால அளவுமானிகளின் துணை கொண்டு கல்ப்-ஸ்டிரீம் எனப்படும் வெப்பக் கடல்நீரோட்டம் ஆரம்பமான காலத்தை ஆராய்ந்து மதிப்பிட்டபோது, ஏறத்தாழ இதே கால வரையறையைத்தான் வந்தடைந்தோம். இதன் வெப்பநீர் 12 ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பெல்லாம் வடதிசைக்கு வரவில்லை என்பதாகத் தெரிகிறது. குறிப்பிட்ட ஒரு நிகழ்ச்சிக்குப் பிறகே இது வடதிசைக்குப் பாய்ந்து அங்கு வெப்பநிலையை வெகுவாக அதிகரிக்கச் செய்தது. பனியாறுகள் உருகியோடத் தொடங்கி பல இடங்கள் சதுப்பு நிலங்களாயின. சைபீரியாவில் தைமீர் தீபகற்பத்தில் இந்தச் சதுப்பு ஒன்றில் ஒரு சமயம் கம்பளி யானை [mammoth] ஒன்று சிக்கிக் கொண்டுவிட்டது. அணுசக்திக் கால அளவுமானிகளைக் கொண்டு இதன் எலும்புகள் பரிசீலனை செய்யப்பட்டன. இந்தத் தைமீர் கம்பளி யானை சுமார் 12 ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு மடிந்திருக்க வேண்டுமென்பது தெரியவந்தது.

அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் அடிமட்டத்து மண்ணை அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளின் குழு ஒன்று ஆராய முற்பட்டது. இவ்விஞ்ஞானிகள் கடலின் அடிமட்டத்தில் எரிமலைச் சாம்பல் கலந்திருக்கக் கண்டனர். இச்சாம்பலும் 12 ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பே இங்கு சேர்ந்திருக்க வேண்டுமெனத் தெரிந்தது.

இந்தக் கால வரையறைகளை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தபோது பேராசிரியர் ஸ்ரீராவ் இந்நிகழ்ச்சிகள் யாவும் அட்லாண்டிஸ் கண்டம் கடல் கொள்ளப்பட்டதுடன் தொடர்புடையவை என்ற முடிவுக்கு வரலானார்.

இந்தக் கண்டம் சிதைவுண்டு கடலடியில் மூழ்கியபோது மெக்சிக்கோ வளைகுடாவையும் கரிபியன் கடலையும் சேர்ந்த நீர் வடதிசைக்குச் செல்ல முடியாதபடித் தடுத்து வந்த கடைசித் தடை மறையலாயிற்று. இந்தப் பெருவிபத்துடன் கூடவே எரிமலை வெடிப்பெழுச்சியும் ஏற்பட்டது. இதனால் பிளவுகளின் வழியே அளவு கடந்த லாவா மேற்பரப்புக்கு ஓடி வந்து பாய்ந்தது. அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் அடி மட்டத்தில் அமெரிக்கர்கள் கண்டது இந்தச் சாம்பலின் எச்சங்களே.

மற்றொரு விபரீத உண்மையையும் இங்கு குறிப்பிட லாம். சுமார் நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்பு லண்டனுக்கும் நியூயார்க்குக்கும் இடையே தந்திக் கம்பி வழி போடப்பட் டது. இவ்வேலைகளின்போது கம்பி வடம் அறுந்துவிட்டது. அறுந்த வடத்தைத் தேடிப் பிடித்து, பல பாதாளக் கரண்டி களைச் சேர்த்துத் தயார் செய்யப்பட்ட பெரிய நங்கூரங் களைக் கொண்டு இதனை நீரின் மேற்பரப்புக்குத் தூக்கினர். இந்தப் பாதாளக் கரண்டிகளில் ஒன்றின் வளைகூரில் அட் லாண்டிக் பெருங்கடலின் அடிமட்டத்தில் கிடந்த ஒரு பாறைத் துண்டு குத்திக் கொண்டிருந்தது. இறுகிக் கட்டியான லாவாவே இது என்பது தெரியலாயிற்று. இந்தப் பாறை நிலத்திலே இறுகிக் கெட்டியானதே யன்றி கடலின் அடி யிலல்ல என்று விஞ்ஞானிகள் கூறுகிறார்கள். அட்லாண்டிஸ் கண்டம் ஒன்று இருந்ததென்பதற்கு இது மற்றுமொரு சான்றாகும்!

எங்களுடைய பயணம் முடிவுற்றுக் கொண்டிருந்தது. இதோ ஜிப்ரால்டர், இதோ மாபெரும் எட்னு எரிமலை, ஸ்திராம்பொலி.... நாங்கள் பாம்ப்பிய், ஹெர்க்குலானியம், ஸ்தாபியே இவற்றின் இடிபாடுகளுக்குச் சென்று பார்வையிட்டோம். பிறகு ஈஜியன் கடல் [Aegean Sea], பாஸ்போரஸ், மர்மோராக் கடல் வழியே எங்கள் தாயகக் கரைக்குத் திரும்பினோம்.

எங்கள் பேச்சுக்களாலும் எங்கள் பயணத்தின்போது ஏற்பட்ட கருத்துக்களாலும் உணர்ச்சிகளாலும் உந்தப்பட்டு எனக்கு பூமியின் வரலாற்றைப் பற்றிய விஞ்ஞானப் புதின மாவது, அல்லது குறைந்தது ஒரு கதையாவது எழுத வேண்டுமென்ற எண்ணம் உண்டாயிற்று. கதையமைப்புத் திட்டத்தையுங்கூட வகுத்துவிட்டேன். புவியியலாளர் குழு ஒன்று விண்வெளிக் கப்பலில் சந்திரனுக்கு ஆராய்ச்சிப் பயணம் புறப்படுகிறது. கால இயந்திரம் அடங்கலாய் அற் புதமான மிக நவீனப் பொறிகள் பலவற்றையும் இக்குழு பெற்றுள்ளது. இந்தக் கால இயந்திரத்தைச் சந்திரனது குழிகளில் ஒன்றில் வைத்து அதனைத் திரைப்படக் காமிரா வுடன் இணைத்து, காமிராவின் லென்சைப் பூமியின் பக்கம் திருப்பி வைப்பதெனப் புவியியலாளர்கள் திட்டமிட்டனர். இந்தத் திரைப்படம் எவ்வளவு அற்புதமாய் இருக்கும்!

அந்தத் தொன்னெடுங்கால நிகழ்ச்சிகளைப் பூமியிலுள் ளோருக்கு எவ்விதம் காட்டலாம் என்பது குறித்துச் சிந்திக்க முற்பட்டேன். அப்பொழுது பிரதான கேள்வி என்முன் எழுந்தது: நான் காட்ட விரும்புவது என்ன? எந்தப் புவி யியலாளர் அல்லது புவிபௌதிகவியலாளர் அல்லது பிறி தொரு விஞ்ஞானியின் கருத்தை இப்படத்தில் எடுத் துரைப்பது?

இந்திய அண்டவியலின்படி [cosmology]—அண்டம் தோன்றியது பற்றிய விஞ்ஞானமே அண்டவியல்— ஒரு காலத்தில் உலகில் ஏழு கண்டங்கள் இணைந்திருந்தன. அவை அண்டத்தின் மையமான மேரு மலையிலிருந்து தாமரை மலரின் இதழ்களைப் போல விரிந்திருந்தன. பிறகு இந்த மையத்திலிருந்து கண்டங்கள் விலகி மிதந்து சென்றன; ஏழு கடல்களால் அவை பிரிக்கப்படலாயின. 1877ம் ஆண்டில் ருஷ்ய அமெச்சூர் வானவியலாளரான யெ. வ. பிகானவ் [Bykhanov] ஏறத்தாழ இதே கருத்தைத்தான் முன்வைத்தார். அமெரிக்க, ஐரோப்பிய-ஆப்பிரிக்கக் கரைக் கோடுகள் வியக்கத்தக்கவாறு ஒத்திருப்பதை அவர் கவனித்தார். இந்தக் கரைக்கோடுகள் ஒன்றையொன்று நெருங்கி வந்து ஒன்று சேருவதாகக் கற்பனை செய்தால், இடையில் சிறிதளவுகூட இடுக்கின்றி அவை அவ்வளவு இசைவாகப் பொருந்துகின்றன! ஆகவே ஒரு காலத்தில் ஒரே கண்டமாக இருந்த நிலமானது பல பகுதிகளாகப் பிளவுற்றதென்றும், அக்காலம் முதல் இப்பகுதிகள் ஒன்றைவிட்டு ஒன்று விலகிச் சென்று கொண்டிருக்கின்றன என்றும் அவர் உத்தேசித்தார்.

பெயர் பெற்ற புவிபௌதிகவியலாளரான அல்பிரேட் வெகெனர் [Alfred Wegener] *33* ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு இதே கருத்தை வெளியிட்டார். மிதக்கும் கண்டங்கள் பற்றிய கருதுகோள் இன்று இவருடைய பெயரில்தான் பொதுவாக வழங்கிவருகிறது. ஆதியில் பான்கியா (அனைத்துப் புவி) என்னும் ஒரே கண்டமாக இருந்ததானது பிற்காலத்தில் துண்டுகளாகப் பிளவுண்டது என்று வெகெனர் கற்பிதம் செய்துகொண்டார். அவை பெருங்கடல்களால் பிரிக்கப்பட்டு தாமரையின் இதழ்களைப் போல ஒன்றிலிருந்து ஒன்று விலகி மிதந்து சென்று இன்றையக் கண்டங்களாயின.

சந்திரனுக்குப் பயணம் சென்ற ஆராய்ச்சிக் குழு பூமியில் பிளவுகள் ஏற்பட்டதையும் கடுமையான எரிமலை செயற்பாடு ஏற்பட்டதையும், கண்டங்கள் பெருங்கடல்களால் பிரித்திடப்பட்டதையும் திரைப்படம் எடுப்பதாக நான் கற்பனை செய்து கொண்டேன்.

அமெச்சூர் திரைப்படப் பிடிப்பாளர்களுக்கு இயக்க-நிறுத்தப் படப்பிடிப்பு [stop motion photography] என்பது தெரிந்ததே. உதாரணமாய்த் திரைப்படக் காமிரா இன்னும் மலராத மலரின் எதிரே பொருத்தப்படுவதாய்க் கொள்வோம். அரை மணி நேரத்துக்கு ஒன்ருக விட்டுவிட்டு காட்சிகள் படப் பதிவு செய்து கொள்ளப்படுகின்றன. பிறகு இந்தக் காட்சிகள் யாவும் வழக்கமான வேகத்தில் வரிசையாகத் திரையிடப்படுகின்றன. மொக்காக இருந்தது பார்வையாளர்களுடைய கண்ணெதிரே மிக வேகமாய் எழில் மிக்க மலராகப் பூத்து விடுகிறது. பூமியில் கண்டங்கள் எப்படி மிதந்து ஒன்றிலிருந்து ஒன்று விலகிச் சென்றன என்பதைக் காட்டுவதற்காகச் சந்திர மண்டலக் குழிகள் ஒன்றிலிருந்து நான் படம் பிடிக்க விரும்பிய விஞ்ஞானப் புதினத்தில் இந்த இயக்க-நிறுத்தப் படப்பிடிப்பு முறையைத்தான் கையாளுவதெனத் திட்டமிட்டேன்.

இப்பொழுது நாம் திரைப்பட அரங்கினுள் இருக்கிரேம். விளக்குகள் மெள்ள மங்கிப் பிறகு அணைந்துவிடுகின்றன. பூமியின் ஆதிகாலப் பெருங்குழப்ப நிலையைக் காட்டும் படங்கள் நமக்கு எதிரே திரையின் குறுக்கே ஒவ்வொன்ருகச் சென்று கொண்டிருக்கின்றன. கண்டங்களின் வரிவடிவங்கள் விநோதமாகவும், இது வரை நாம் பார்த்திராதனவாகவும் உள்ளன. பூமி அனைத்தும் ஒரே கண்டமாக, உலகப் பெருங்கடலால் சூழப்பட்டு இருக்கிறது. தொலைவுகள் நீங்கி பூமி

யானது பார்வையாளர்களை நோக்கிப் பாய்ந்தோடி வருகிறது. நமது பூமியின் கடந்த கால நிலைகளில் சிலவற்றைப் புகைப்பட காமிரா தானியங்கி முறையில் அண்மைக் காட்சிகளாகப் படம் பிடித்திருந்தவை திரையிலே தெரிகின்றன.

முன்பு நாம் எங்கோ பார்த்திருந்த தாவர வகைகள் பச்சைக் கம்பளம் விரித்தாற்போல் பெருங்கடலின் கரை நெடுகப் பெரிய பரப்புகளில் மண்டியிருக்கின்றன. மரங்களையொத்த பல்வேறு பெரணி வகைகளுக்கும் குதிரைவாலிகளுக்கும் உரிய உலகின் அருகே புகைப்படக் காமிரா நம்மை இட்டுச் செல்கிறது.... ஓர் ஏரியின் அருகே விழுந்து கிடக்கும் பாசி மூடிய மரத்தில் முதலை வாய் கொண்ட பூதப் பிராணி ஒன்று படுத்திருக்கிறது. அதன் தலை கவசக் காப்பிடப்பட்டிருக்கிறது. அதன் பக்கத்தில் பிரம்மாண்ட தவளையையொத்த பிராணி ஒன்றின் சடலத்தைப் பார்க்கிறோம். கடுமையான வாழ்வுப் போராட்டத்தில் [struggle for existence] ஒரு நிகழ்ச்சியின் முடிவு இது. இந்தப் போர்க்களத்துக்கு மேலே பூதாகாரமான தும்பிகள் வட்டமிடுகின்றன....

முதலையையொத்த இந்த விலங்கினுடைய தலையின் வடிவமும் தாவர வகைகளும் இவ்வுலகின் தோற்றம் முழுவதுமே பரிணாம வளர்ச்சியின் மிகப் பழையதொரு கட்டத்திற்குச் சான்றுகளாகும். திரைப்பட அரங்கில் கூடியிருக்கும் தொல்லுயிரியலாளர்கள் [paleontologists] எல்லோரும் ஒரு மனதாய் இவை யாவும் நிலக்கரிக் காலத்தின் மேற்பிரிவிற்குரிய [Upper Carboniferous] உயிர்வகைகளாகுமென அறிவிக்கிறார்கள். இந்தக் காலம் மிகவும் புராதனமான புவியியல் ஊழிகளில் ஒன்று; *30* கோடி அல்லது *32* கோடி ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டது இது.

திகைப்பூட்டும் மற்ருெரு திருப்பம். திரும்பவும் பூமி அனைத்தையும் காண்கிருேம். கணப்பொழுதுக்கு அதன் இயக்கம் நிறுத்தப்படுகிறது. கண்டம் பிளவுறுவதைக் காண்கிருேம். பிரம்மாண்டப் பிளவுகளின் வரிகள் வட, தென் அமெரிக்காவின், ஆப்பிரிக்காவின், அன்டார்க்டிகாவின், ஆஸ்திரேலியாவின் வடிவங்களாய் அமைந்திடக் காண்கிருேம்.... இந்தியக் கதையில் கூறப்படுவது போலவே தாமரையின் இதழ்களைப் போல் கண்டங்கள் பிரிந்து விலகிச் செல்கின்றன. இவற்றைப் பிரித்திடும் அட்லாண்டிக், இந்தியப் பெருங்கடல்கள் நம் கண்முன்னே உருவாகக் காண்கிருேம்.

இந்த நிகழ்ச்சிப்போக்கு நடந்தேற 30 கோடி ஆண்டுகளுக்கு மேலாகிவிட்டது. ஆனால் வியக்கத்தக்க இயக்க-நிறுத்தச் சூட்சுமத்தின் துணை கொண்டு இதனை ஒரு சில மணி நேரத்துக்குள் நம்மால் பார்த்துவிட முடிகிறது.

பிறகு வேருெரு வகை திரைப்படம் திரையிடப்பட்டது. இதுவும் பூமியின் வரலாறு பற்றியதே. ஆனால் இது இவ்வரலாற்றை வெகெனரின் கருத்துப்படி அல்லாமல் ஷ்தவுபின் [Staub] கருத்துப்படி விவரித்தது. கொந்துவானு கண்டமும், தற்போது யூரேஷியாவும் வட அமெரிக்காவும் அமைந்திருக்கும் பகுதியில் இருந்த வட கண்டமான லாவுரேஷியாவும் தொடர்ந்து இடம் பெயர்வதில்தான் பூமியினுடைய வளர்ச்சி வரலாறு அனைத்துமே அடங்கிவிடுவதாக ஜெர்மன் விஞ்ஞானியான ஷ்தவுப் கருதினர். மையம் விட்டோடும் சக்திகளின் செயற்பாட்டினுல் லாவுரேஷியாவும் கொந்துவானுவும் ஒன்ருேடொன்று மோதிக் கொண்டும், பிறகு திரும்பவும் துருவங்களை நோக்கி விலகிச் சென்று கொண்டும் இருந்தன. வெகெனரின் கருத்துப்படி அட்ச ரேகைகளின் வழியே கண்டங்கள் மெள்ள நகர்ந்து ஒன்றிலிருந்து ஒன்று

பிரிந்து சென்றன; ஆனுல் ஷ்தவுபின் கருத்துப்படி அவை தீர்க்க ரேகைகளின் வழியே நகர்ந்து சென்றன.

வெகெனரும் ஷ்தவுபும் மட்டுமின்றி மற்றும் பலரும் கருதுகோள்களை முன்வைத்திருக்கிருர்கள். பூமியிலுள்ள மடிப்பு மலைத்தொடர்கள் உருவான விதம் குறித்து ஐந் நூறுக்கு அதிகமான கருதுகோள்கள் இருப்பதை எண்ணிக் கணக்கிட்டேன். சந்திர மண்டலக் குழியினுள்ளிருந்து திரைப் படம் பிடிக்கும் ஒளிப்பதிவாளர் கொந்துவாஞ அழிந்தது பற்றிய ஐந்நூறு வகையான விளக்கங்களை நமக்குக் காட்டு வதற்காக இந்த இயக்க-நிறுத்தத் திரைப் படங்களை மாற்றி மாற்றி ஒளிப்பதிவு செய்ய என்ன பாடுபட்டாக வேண்டும்!

நவீன காலக் கருத்துக்களின்படி கொந்துவாஞ அழி வுற்றதன் தொடக்கம் வெகெனரோ, ஷ்தவுபோ நினைத்தது போலல்லாது, வேருெரு முறையில் விளக்கப்படுகிறது. கண் டங்களின் செங்குத்தான பெயர்ச்சிகள் பிரதான பங்காற் றின என்று கருதலாம். கொந்துவாஞவின் பல்வேறு பகுதி களும் பிளவுகளின் கோடுகள் வழியே ஒரு நேரம் மேல் நோக்கியும் பிறிதொரு நேரம் கீழ்நோக்கியும் நகர்ந்தன. கொந்துவாஞக் கண்டத்தின் ஒரு பகுதி தற்போது இந்தியப் பெருங்கடலின் மண்டலத்தில் கடலில் மூழ்கிவிட்டதென்றும், இக்கடலிலுள்ள தீவுகள் யாவும் கொந்துவாஞவின் இப்பகுதி யில் இருந்த பெரிய மலைகளின் உச்சிகளே ஆகுமென்றும் கருதப்படுகிறது. பசிபிக் பெருங்கடலில் ஒரு பிரிவும், தென் அமெரிக்காவுக்கும் ஆப்பிரிக்காவுக்கும் இடைப்பட்ட அட் லாண்டிக் பெருங்கடலின் பகுதியும்கூட முன்பு ஒரே கண்ட மாயிருந்த கொந்துவாஞவின் கடல் கொண்ட பகுதியாக இருக்கக் கூடுமெனக் கருதப்படுகிறது.

இவை யாவற்றின் விளைவு என்ன? கொந்துவானுவின் பிளவுகளையும் லாவுரேஷியாவின் பிளவுகளில் சிலவற்றை யும் தேடினேன். ஆனால் இவற்றில் எதையும் என்னால் பார்க்க முடியவில்லை. என்னுடைய சக ஊழியர்களான புவியியலாளர் களும் புவிபௌதிகவியலாளர்களும் கூறுவது தவறெனக் கருதுவதற்கு என்னிடம் ஆதாரங்கள் இல்லை என்பது மெய் தான். ஆனால் எண்ணற்ற கருதுகோள்களும் முரண்பாடான கருத்துக்களும் நிலவிவருவதானது ஏற்கப்பட்ட உண்மைகள் பலவுங் குறித்து சந்தேகத்தை எழுப்புகின்றன. எரிமலைச் செயற்பாடு குறிப்பிட்ட சில கோடுகளில் அமைந்திருக்கிறது என்பது உண்மையே, ஆனால் குறித்துக் காட்டப்படும் கோடு கள் எல்லாம் சரியானவைதானா? மேக்மாவாதிகளது தத் துவத்தில் எல்லாமே செவ்வனே சிந்திக்கப்பட்டவைதானா? அவர்கள் எடுத்தாளும் உண்மைகள் மறுக்க முடியாத வையாக இருக்கலாம்; ஆனால் அவர்களுடைய தத்துவார்த் தப் பொது வரையறுப்புகள் குறைபாடுகள் மிக்கவை என்பதில் ஐயமில்லை.

பாறைச் சந்தங்கள்

பிரம தேவன் உலகை ஆளுவது பற்றி பண்டை இந்துப் புராணக் கதைகள் கூறுகின்றன. விழித்திருக்கையில் படைத் தும், தூங்குகையில் முன்பு தான் படைத்தவை யாவற்றை யும் அழித்தும் செல்கிறான். உலகத் தீக்களுக்கும் பிரளயங் களுக்கும் இதர உற்பாதங்களுக்கும் இதுவே காரணம். காலம் தவறாது மாறி மாறி அழிவு ஊழிகளும் படைப்பு ஊழிகளும் தோன்றுகின்றன.

கிறிஸ்துவுக்குச் சுமார் 500 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு

வாழ்ந்த பண்டைய கிரேக்கத் தத்துவ வியலாளர் ஹெராக்ளிட்டசின் [Heraclitus] கருத்துக்கள் எல்லோருக்கும் தெரிந்தவையே. உலகம் இடையருத மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகிறது என்றும், அழிவுக் காலங்களும் அவற்றை அடுத்து படைப்புக் காலங்களும் தோன்றுகின்றன என்றும் அவர் போதித்தார்; ''உலகமானது மூண்டெழுந்து கொண்டும் திரும்பவும் அணைந்து தணிந்து கொண்டும் இருக்கும் உயிர்ப் புடைய நெருப்பு போன்றதாகும், என்றென்றும் அவ்வாறே தான் இருக்கும்'' என்ருர்.

காலந் தவருது மாறி மாறி ஏற்படும் அழிவுக் கட்டங்களையும் படைப்புக் கட்டங்களையும் பற்றிய இக்கருத்துக்கள் இயற்கையைக் கவனித்து வந்ததன் விளைவாகும் என்பது தெளிவு. பண்டைக் கால விஞ்ஞானிகள் கடலலையின் புவியியல் பணியைக் கவனித்தனர்; மலைகள் அழிக்கப்படுவதைக் கண்ணுற்றனர்; பெரும் பெரும் பூகம்பங்களையும் நிலச் சரிவுகளையும் பனிப்பாறைச் சரிவுகளையும் நேரில் கண்டனர். ஆயினும் இக்கருத்துக்கள் நமது பூமியின் வாழ்க்கை விதிகளைப் பற்றிய விஞ்ஞான அறிவிலிருந்து நெடுந் தொலைவிலேதான் இருந்தன.

தனிவகைக் கால இயந்திரத்தின் துணை கொண்டு சந்திர மண்டலக் குழியிலிருந்து நாம் பூமியின் மேற்பரப்பைத் திரைப்படம் பிடிப்பதென்ற அதிசயக் கற்பனையைத் தொடர்வோமாயின், நமது புவியின் தனித்தனிப் பகுதிகள் அமிழ்ந்தும் பிறகு உயர்ந்தும் செல்வதை ஆராய்ச்சியாளர்கள் காண்பார்கள். இந்த அசைவுகளின் வீச்சு மிகவும் அதிகமாயிருப்பதைப் பார்ப்பார்கள். உதாரணமாய்ப் பின்லாந்து வளைகுடாவின் கரை உயர்ந்து செல்வதன் வேகம் மேம்போக்காய்ப் பார்க்கையில் சொற்பமாகவே தோன்றுகிறது: நூருண்டுகளில்

ஒரு மீட்டர்தான் உயர்கிறது. ஆனுல் இது போன்ற எல்லா அசைவுகளேயும் பல பத்துலட்ச ஆண்டுகளுக்குக் கவனித்தால், திரைப்படக் காமிராவின் துணே கொண்டு பூமியின் மேற்பரப்பினது எல்லாப் பகுதிகளும் உயர்ந்தும் அமிழ்ந்தும் வருவதன் சந்தத்தை உற்றுநோக்கினுல், நமக்குக் கிடைக்கும் சித்திரம் மலேப்பூட்டுவதாகவே இருக்கும். ஐம்பது அல்லது எழுபது லட்சம் ஆண்டுகளில் காக்கசஸ் அதன் இன்றைய உயரமான கடல் மட்டத்துக்குமேல் ஐந்தரை கிலோமீட்டர் உயரத்தை வந்தடைந்தது. இதே காலத்தில் இமயமும் பாமீரும் வானுர உயர்ந்த ஏனேய மலேகளும் இன்னுங்கூட அதிக அளவு வளர்ந்தன. நமது புவிக்கோளுக்கு எழுபது லட்சம் ஆண்டுகள் ஒரு பொருட்டல்லவே!

பிற இடங்களில் பூமியின் மேற்பரப்பு அமிழ்ந்து செல்கிறது. அமிழ்ந்துவிட்ட பகுதிகளே நாம் நமது கால இயந்திரத்தைக் கொண்டுகூட கவனிக்க இயலாது. மிகவும் ஆழமான நீர்ப் பரப்புக்குள் அடிமட்டத்துக்கு ஊடுருவிச் செல்லத் தக்கத் தனிவகைக் கதிர்களேக் கொண்டு நமது திரைப் படத்தை ஒளிப்பதிவு செய்ய வேண்டியிருக்கும். பூபரப்பின் பல பகுதிகள் பூமியின் மிகப் பெரும் ஆழங்களாக மாறி, உலகக் கடலின் மட்டத்துக்குக் கீழே 10-11 கிலோமீட்டர் ஆழத்துக்கு அமிழ்ந்துவிட்டதை நமது படங்கள் காட்டும். இந்த மாற்றம் ஏற்பட்டது அப்படியொன்றும் நெடுங் காலத்துக்கு முன்பல்ல, அண்மையில்தான். கடலடியிலுள்ள நிலப்பரப்பும் ஓய்ந்திருக்கவில்லே, நிமிட நேரமும் அசையாது இருக்கவில்லே என்பதைக் காண்போம்.

ஜெனீவாவிலுள்ள அணுத் துகள் வேகவளர்ச்சி சாதனமான சின்கிரோட்ரான் பரிபூரண அமைதி நிலவும் காலங்களில்தான் இயங்க வல்லது. இதனிடமிருந்து பல நூறு கிலோ

மீட்டர் தொலேவில் ஏற்படும் ஏற்ற இறக்கங்கள் காரணமாய், பூமியின் மேலோட்டின் மேற்பரப்பில் உண்டாகும் மிகவும் மென்மையான மாறுதல்களுங்கூட இதன் இயக்கத்தைப் பாதிக்கிறது. பூமியின் இந்த அசைவுகளில் இச்சாதனமும் பங்கெடுத்துக்கொள்வதால், ஜெனீவா சின்கிரோட்ராஞல் வாரத்தில் சுமார் 30 மணி நேரம் மட்டுமே இயங்க முடிகிறது. பிற நேரங்களில் எல்லாம் சுவிட்ஜர்லாந்தின் பரப்பு அசைந்து கொண்டிருக்கிறது.

மாஸ்கோ பிரதேசம் அனைத்தும் சராசரி மட்டத்திலிருந்து தினசரி சுமார் அரை மீட்டர் ஏறவோ இறங்கவோ செய்கிறதென நிலைநாட்டப்பட்டிருக்கிறது. சந்திரன், சூரியன் இவற்றின் ஈர்ப்புச் சக்தியால் தினசரி ஏற்படும் எழுச்சியும் தணிவுமே இந்த ஏற்ற இறக்கத்துக்குக் காரணம்.

பூமியின் மேலோட்டில் உண்டாகும் இந்த அசைவுகளுக்குக் காரணமான சக்திகள் எவை என்ற பிரச்சினை இன்னும் பலத்த சர்ச்சைக்குரியதாகவே இருக்கிறது. ஆனல் இவற்றின் புவியியல் விளைவுகளை நாம் நன்கறிவோம். எங்களுடைய புவியியல் வேலைகளின்போது இவ்விளைவுகளை நாங்கள் இடைவிடாமல் பதிவு செய்து கொண்டுதான் இருக்கிறோம். ஹாலந்து அமிழ்ந்து வருவதற்கும் பின்லாந்து உயர்ந்து வருவதற்கும் காரணம் என்ன? பாமீரும் இமயமும் வானுர உயர்ந்தது ஏன்? மலைகளைத் தோற்றுவிக்கும் அடிப்படை நிகழ்ச்சிப்போக்குகள் யாவை? இக்கேள்விகளுக்கு இன்னும் விஞ்ஞானம் பதில் கண்டாகவில்லை.

இப்பிரச்சினைக்கு விளக்கம் கூறும் பொருட்டு புவியியலாளர்கள் ஏராளமான கருதுகோள்களை முன்வைத்திருக்கிருர்கள். பூமி சுருங்கி வருவதால்தான் இந்த அசைவுகள் உண்டாவதாகச் சிலர் கூறுகின்றனர். பூமி விரிவடைவதே

இவற்றுக்குக் காரணமென வேறு சிலர் சொல்கிறார்கள். இந்த நிகழ்ச்சிகளில் பூமியின் உள்ளடுக்குக்குப் பிரதான பங்குண்டு என்கின்றனர் மற்றும் சிலர். இவற்றைப் புற வெளியுடன் சம்பந்தப்படுத்துவோரும் உண்டு. பூமி அதன் அச்சை மையமாகக் கொண்டு சுழலுவதற்கும் இந்நிகழ்ச்சி களுக்கும் தொடர்பு உண்டெனக் கூறும் வேறு சிலரும், மற்றும் பல காரணங்களை முன்வைப்போரும் இருக் கிறார்கள்.

பூமியின் வெப்ப அமைப்பை ஆராய்ந்த லியுபீமவா [Y. A. Lyubimova] தற்போது நமது பூமி சுருங்கி வருகிறது என்கிறார். அவருடைய கணக்குகளின்படி எரிமலைச் செயற் பாடு தணிந்துள்ள ஒரு கட்டத்தை இப்பொழுது நாம் காண்கிறோம்; இந்தச் செயற்பாடு 30-40 கோடி ஆண்டு களுக்கு முன்பு மிகக் கடுமையாக இருந்தது.

பூமியின் தீக்கல் பாறை அடுக்கு சூடேறி உருகுவதால் பூமி விரிவடைந்து வருவதாகவும், இதன் காரணமாய் எரி மலைச் செயற்பாடு ஊக்குவிக்கப்படுவதாகவும் விளாதீமிர் விளாதீமிரவிச் பெலவூசாவ் [Belousov] கூறுகிறார். உருகும் போது பொருளின் கன பரிமாணம் அதிகரிக்கிறது என்பது தெரிந்ததே. இதன் விளைவாய் பூமியின் மேற்பரப்பில் பிளவுகள் ஏற்படலாயின.

கிரீல்லோவும் [I. V. Kirillov] நேய்மனும்கூட [V. B. Nei- man] நமது பூமி விரிவடைந்து வருவதாகக் கூறுகிறார் கள். இவர்களுடைய கருத்துப்படி உலகின் நீர்ப்பரப்பு தான் விரிவடையும் மண்டலமாகும். கிரீல்லோவ் பூமியின் சுவையான மாதிரிகள் சிலவற்றை அமைத்திருக்கிறார். இம்மாதிரிகளில் ஒன்று நமது புவிக்கோளின் வளர்ச்சியில் கருக் கட்டத்தைப் பிரதிபலிக்கிறது. இதிலுள்ள பிளவுக்

கோடுகளின் அமைப்பு செவ்வாய்க் கோளின் கால்வாய் களுடைய அமைப்பை ஒத்திருக்கிறது.

ஒன்றுக்கொன்று நேர் மாறுன இக்கருத்தோட்டங் களிடையே இசைவு காண்பது எப்படி?

மலைகள் உருவாகி வளர்ச்சியுற்ற வரலாற்றையும் பூமி அனைத்தின் வரலாற்றையும் ஆராய முற்படும்போது இன் னும்கூட அதிகமான பிரச்சினைகளையும் கேள்விகளையும் நாம் எதிர்நோக்க வேண்டியிருக்கிறது. சுமார் முப்பது ஆண்டு களுக்கு முன்பு நமது பூமியின் வளர்ச்சி வரலாற்றுச் சகாப் தங்கள் மிகவும் திட்டவட்டமாய் வரையறுக்கப்பட்டிருந் தன. பெயர் பெற்ற ஜெர்மன் விஞ்ஞானி ஹான்ஸ் ஷ்டில்லெ [Hans Stille] பூமியினுடைய வளர்ச்சி சந்தங்களை— பாறைச் சந்தங்களை — பற்றிய தத்துவத்தை வகுத்திருந் தார். ஷ்டில்லெயின் கருத்துப்படி ஒவ்வொரு சந்தமும் வண்டல் படிவுக் கட்டம், மடிப்புக் கட்டம், மலை அமைந் திடும் கட்டம், வளர்ச்சியின் துவக்க நிலையில் தோன்றும் மலைகள் அழிந்திடும் கட்டம் ஆகிய பல கட்டங்கள் அடங் கியதாகும். மடிப்புக் கட்டம் கொந்தளிப்பானது; ஆனுல் வண்டற்படிவுக் கட்டம் ஒப்பளவில் அமைதியானது.

மடிப்பு தோன்றுதல், மலை அமைந்திடல் ஆகிய ஊழிக ளின்போது பூமியில் பெரும் பிளவுகள் உண்டாயின. இக்காலங்களில் பூமியின் மேலோட்டினது சில பகுதிகள் கடுமையான எழுச்சிகளுக்கு உள்ளாயின. இதன் விளைவாய் மலைத்தொடர்கள் ஏற்படலாயின.

பூமியின் வரலாற்றில் இத்தகைய சந்தங்கள் முப்பது வரை நிகழ்ந்திருப்பதாக ஷ்டில்லெ கணக்கிட்டார். இவை ஷ்டில்லெ முறைமை [Stille's canon] என்பதாகப் பெயர் பெற்றன. சர்வதேசக் காங்கிரஸ் ஒன்றில் புவியியலாளர்கள்

ஷ்டில்லெயினுடைய முறைமையைப் பின்பற்ற வேண்டு மென்ற தீர்மானம் ஏற்கப்பட்டது. ஆனுல் பிற்பாடு ஷ்டில்லெ வகுத்தளித்த பூமியின் வாழ்வுக்கு உரித்தான இந்தச் சந்தங்களும், எல்லா மலைத்தொடர்கள் உருவாகிய ஊழிகளும் கடுமையான விமர்சனத்துக்கு உள்ளாயின. அவருடைய கருத்துக்கள் முடிவில் அவருடைய சகாக்களாலேயே மறுக்கப்படலாயின. ஷ்டில்லெயின் தத்துவத்திலுள்ள குறைபாடுகளே இதற்குப் பெருமளவு காரணம் எனலாம். எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும் அவரால் மலைகள் உருவாகிய கருரான காலத்தை நிலைநாட்ட முடியவில்லை. மலைகள் உருவாகும் ஊழிகளை ஆராயும்போது தவறிழைப்பது மிக மிக சுலபம். பாறை தோன்றுவதிலுள்ள முறைகேடுகள் எனப்படுவதையே புவியியலாளர் தமது கணிப்புகளுக்கு ஆதாரமாய்க் கொள்கிருர். மலைத்தொடரை அமைத்திடும் பாறைகள் அழிக்கப்பட்டு அவற்றின்மேல் குலையாத கிடைமட்ட அடுக்குகள் படிந்தபின் இந்த முறைகேடுகள் வெளிப்படுகின்றன.

கிரீமிய மலைகளோ காக்கேசிய மலைகளோ சிதைவுற எவ்வளவு காலம் பிடிக்கும்? மிக நெடுங் காலம் பிடிக்கும் என்பது தெளிவு. கடலின் செயற்பாடு மட்டும்தான் உள்ளதா, அல்லது ஆறுகளும் மலைத்தொடரின் அடிநிலைகளை அறுத்துக் கொண்டு ஓடுகின்றனவா, அல்லது பனிக்கட்டியும் இம்மலைத்தொடர் அரிக்கப்படுவதற்குத் துணை புரிகிறதா என்பதைப் பொறுத்ததாகும் இது.

கருங்கடலின் காக்கேசியக் கரையிலுள்ள சோச்சிக்கு அருகிலுள்ள மிசீம்தா ஆற்றில் விஞ்ஞானிகள் கற்காலத்துக்குரிய மிகவும் தொன்மையான கருவிகள் இருந்த குகை ஒன்றைக் கண்டுபிடித்தனர். அக்காலத்தில் இந்தக் குகையின் வாயிலுக்கு முன்னுல் ஆறு ஓடிக்கொண்டிருந்தது.

ஆனால் இன்று மிசிம்தா ஆறு மிகவும் ஆழமாய் தரையை அரித்துச் சென்றுவிட்டது. ஆகவே இப்பொழுது குகை ஆற்றின் நீர்மட்டத்துக்குமேல் 110 மீட்டர் உயரமுடைய தாகிவிட்டது. தொன்மை மிக்க அந்தக் கற்காலம் நாம் வாழும் இக்காலத்துக்குக் குறைந்தது 1,00,000 ஆண்டு களாவது முற்பட்டதாகும். இவ்வாறு இந்த ஆறு ஆயிரம் ஆண்டுக்கு ஒரு மீட்டர் பருமன் வீதம் இம்மலையடுக்கை ''அரித்துத் தின்று'' வந்திருக்கிறது!

ஐந்து அல்லது ஏழு கிலோமீட்டர் உயரமுள்ள மலைத் தொடர் அடியோடு அழிக்கப்படுவதற்கு எத்தனை ஆண்டு கள் ஆகும்? மலைத்தொடரின் அழிவு வேகம் அத்தொடர் உயர்ந்தெழுந்த வேகத்தையும், பாறைகளின் திண்மையை யும், மற்றும் பல கூறுகளையும் பொறுத்திருக்கும். பாறைச் சந்தங்களுடைய கால அளவு குறித்து நெடுங் காலம்வரை பல்வேறு கருத்தோட்டங்கள் நிலவி வந்தன. இவற்றில் இரண்டு பொதுப்படையானவையாகவும், தீவிர நிலையைக் குறிப்பனவாகவும் இருந்தன. இவை இரண்டும் முறையே உற்பாதவாதம் [catastrophism] (இன்னும் கறாராய்க் கூறுவ தெனில் நவீன-உற்பாதவாதம் என்று சொல்லவேண்டும்), பரிணாமவாதம் [evolutionism] (நவீன-பரிணாமவாதம்) என்று அழைக்கப்பட்டன.

நவீன-உற்பாதவாதிகள் மடிப்புச் செயற்பாடு ஒரே நொடியில் புவிக்கோளம் அனைத்தையும் ஆட்கொண்டு அதனை ஒரு வகை வலிப்புக்கு உட்படச் செய்கிறதென்றும், ஆகவே பூமி பரப்பின் பல்வேறு பகுதிகளிலும் ஒரே தரு ணத்தில் இது நடந்தேறுகிறதென்றும் கூறுகிறார்கள். திடீர் உற்பாதமாக அழிவுக் கட்டங்கள் பூவிக்கோளம் அனைத்தும் பரவுவதாகக் கூறும் இந்தக் கோட்பாட்டை அக்காலத்

திலேயே விஞ்ஞானம் கண்டனம் செய்தது. உற்பாதவாதம் அதன் சுத்த சுயம்பிரகாச வடிவில், பூமியிலுள்ளவை யாவும் தேவன் ஒருவன் மீண்டும் மீண்டும் படைப்புத் தொழிலில் ஈடுபட்டதால் தோன்றியவை என்பதாகவும், பிற்பாடு இந்தப் படைப்புகள் அழிக்கப்படுகின்றன என்பதாகவும் இந்தியப் புராணக் கதையிலோ விவில்யத்திலோ கூறப்படுவது போன்ற ஒரு கருத்துக்குத்தான் இட்டுச் சென்றது. உற்பாதவாதக் கருத்தோட்டத்துக்கும் சமயக் கோட்பாட்டுக்குமுள்ள இந்த நெருங்கிய ஒற்றுமையானது, பல விஞ்ஞானிகளை பூமியின் வரலாற்றில் திடீர் செயல்கள் அல்லது திடீர் உற்பாதங்களைப் பற்றிய தத்துவத்தை மறுக்கும்படிச் செய்தது.

பூமியில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகள் காலப்போக்கில் நடந்தேறுவனவாகும் என்ற கருத்து இயல்பாகவே தோன்றலாயிற்று. இதுவே பரிணாமவாதம். இன்று பரிணாமவாதிகள் மடிப்பு ஏற்படும் நிகழ்ச்சிப்போக்குக்குப் பல பத்துலட்சம் ஆண்டுகள் வேண்டியிருக்குமெனக் கூறுகின்றனர். அன்று பேரவை விஞ்ஞானி ஷாத்ஸ்கிய் [N. S. Shatsky] காக்கசஸ் மடிப்பு மலைத்தொடர்கள் யாவும் உருவா,வதற்குக் கோடிக் கணக்கான ஆண்டுகள் பிடித்தனவென்று வாதாடினார். பூமியின் மலைத்தொடர்கள் ஒரே காலத்தில் ''படைப்பிக்கப்பட்டவை'' என்பதை அவர் தீர்மானமாய் மறுத்தார்.

தீவிரநிலைக் கருத்தோட்டங்களான இவை இரண்டுமே தவறுகுமென இன்று நாம் கருதுகிறோம். மடிப்புச் செயற்பாடு அடங்கலாய் புவியியல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளின் விளைவுகளை நாம் பரிசீலனை செய்கையில், அவற்றுக்கு நெடுங்காலம் வேண்டியிருந்ததா அல்லது சிறிது காலமே போதுமானதாய் இருந்ததா என்பதைப் பல சந்தர்ப்பங்களில்

மதிப்பிட முடிவதில்லை. இன்றுங்கூட கடுமையான பூகம்பங்கள் ஏற்படுகின்றன; எரிமலை வெடிப்பெழுச்சிகள் நிகழ்கின்றன. ஆனுல் பிற்காலத்தில் இந்நிகழ்ச்சிகளின் விளைவுகளைப் பாறைப் பதிவுகளில் ஏற்பட்ட பிரதிபலிப்புகளிலிருந்து மட்டுமே காண வேண்டியதாகும்போது, ஆராய்ச்சியாளர்கள் இன்று செய்வது போலவே, இந்நிகழ்ச்சிப்போக்குகள் உற்பாத வகைப்பட்டவையா, பரிணும வகைப்பட்டவையா என்று வாதாடுவார்கள்.

இன்று இவற்றை மதிப்பிடும் நாமும்கூட சில இடங்களில் இவை திடும் பிரவேச உற்பாத நிகழ்ச்சிகளாகவே நடைபெறுகின்றன என்றுதான் சொல்வோம். உதாரணமாய்க் கடுமையான எரிமலைச் செயற்பாட்டுடன் கூடிய பெரிய பூகம்பங்களைக் கூறலாம். ஆனுல் பூவிக்கோள் அனைத்தையும் ஒட்டுமொத்தமாய்ப் பார்க்கையில் இவை அற்ப நிகழ்ச்சிகளே ஆகும்; 1 லட்சம், 2 லட்சம் அல்லது 3 லட்சம் ஆண்டுகளில் நடந்தேறும் சின்னஞ்சிறு கட்டங்களே ஆகும். இதனை உற்பாதவாதம் என்பதா? பரிணுமவாதம் என்பதா?

இது இரண்டுமல்ல. பிளவுகளும் எரிமலைகளும் மடிப்புப் பாறைகளும் தோன்றிடல், எழுச்சிகள் நிகழ்தல், பூமியில் பல இடங்கள் அமிழ்ந்து பள்ளமாதல் போன்ற பலவும் ஓரளவு குறுகிய காலத்தில் நடந்தேறும் நாடித் துடிப்பு நிகழ்ச்சிப்போக்காகும். இக்கருத்து உற்பாதவாதிகளது கருத்துக்களிலிருந்தும் நவீன-பரிணுமவாதிகளது கருத்துக்களிலிருந்தும் முற்றிலும் வேருனதாகும்.

அண்மைக் காலத்தில்தான், அணுசக்திக் கால அளவுமானிகளைப் பயன்படுத்தத் தொடங்கியதன் விளைவாய், பாறைச் சந்தங்களுடைய குத்துமதிப்பான கால வரையறையை நிர்ணயிப்பது சாத்தியமாகியுள்ளது. முன்னூறு கோடி

ஆண்டு அளவுடைய பூமியின் வரலாற்றில் இருந்துள்ள பிரதான சந்தங்கள் 20க்கு மேலிருக்காது என்பதாகத் தெரிகிறது. இந்தச் சந்தம் ஒவ்வொன்றும் 10-20 கோடி ஆண்டு நீடித்ததென மதிப்பிடப்படுகிறது. பிரதான சந்தங்களில் டஜன் கணக்கிலும் நூற்றுக் கணக்கிலுங்கூட சிறிய சந்தங்கள் அடங்கியுள்ளன. இந்தச் சிறிய சந்தங்கள் பத்துலட்சக் கணக்கான ஆண்டுகள் கொண்டவையாகும். மேலும் இந்தச் சிறிய சந்தங்களும் மேலும் நுண்ணிய சந்தங்களைத் தம்முள் கொண்டுள்ளன.

பூமியின் பாறைகளாலான வரலாற்று ஆவணங்கள் தமது இரகசியங்களை இப்பொழுதுதான் நமக்கு வெளிபடுத்தத் தொடங்கியிருக்கின்றன. எனவேதான் இப்பிரச்சினைகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி வெவ்வேறான இத்தனை கருதுகோள்களைத் தோற்றுவித்தது.

ஆனால் விஞ்ஞானிகளிடையே நடைபெறும் இந்த வாதம் வெறும் தத்துவார்த்தத் துறை சம்பந்தமானது மட்டுமல்ல. பல கனிமங்களும்—உலோகத் தாதுக்களும் பிறவும் — உருவாகும் நிகழ்ச்சிப்போக்கு பாறைச் சந்தங்களுடன் தொடர்புடையதாகும். பாறைச் சந்தங்கள், குறிப்பிட்ட மண்டலங்களில் சில குறிப்பிட்ட வகைக் கனிமங்கள் ஒன்றுதிரளுவதற்கான நிலைமைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. வழக்கமாய் நடைபெறும் பாறைச் சிதைவுகளின் விளைவாய் பூமியின் அடுக்குகளில் மாறி மாறி புடைப்புகளும் பள்ளங்களும் உண்டாகின்றன. சாதாரணமாய் கனிம எண்ணெய் புடைப்புகளிலேதான் தேங்கிவிடுகிறது. எண்ணெய், எரிவாயு, நீர் ஆகியவை இவ்விடங்களில் காணப்படுகின்றன. அவற்றின் அடர்த்தி எண்ணுக்கு [specific gravity] ஏற்ப இங்கு அவை அமைந்துவிடுகின்றன. நுண்துளைகளைக்

கொண்ட அடுக்கின் மேல் பகுதியில் எரிவாயுவும், அடுத்த படி எண்ணெயும், பிறகு நீரும் இங்கு இருக்கக் காண்கிறோம்.

மலை உருவாகிய நிகழ்ச்சிப்போக்குகளின் போது பூமியின் அடுக்குகளில் பள்ளங்கள் உண்டாகிவிடும் இடங்களில் நீர் நிறைந்துவிடுவதைக் காண்கிறோம். அடர்த்தி எண்ணுக்கு ஏற்ப பாய்பொருள்கள் (திரவமும் வாயுவும்) வினியோகமாகும் அதே விதிப்படிதான் இது நிகழ்கிறது. இந்நீர்தான் பொங்கு ஊற்று [artesian] நீர் எனப்படுவது. இத்தகைய அடுக்கில் துளை இறக்கப்படுமானல் பாதாள நீர் பீறிட்டுப் பொங்குகிறது. இந்தப் பொங்கு ஊற்று நீர்த் தேக்கங்கள்தான் பல நகர்களுக்குப் பிரதான நீர் ஆதாரமாகவும் சில சந்தர்ப்பங்களில் ஒரே ஆதாரமாகவும் அமைந்துவிடுகின்றன.

எரிமலைச் செயற்பாடும் பிளவுகளும் பூமியின் செயலூக்கமான மண்டலங்களில் காணக்கிடக்கும் எல்லாக் கனிமப் பொருள்களும் பாறைச் சந்தங்களுடன் சம்பந்தப்பட்டவையே. பூமியின் நாடித் துடிப்பு, சந்தம் இவற்றுக்கும் பல்வேறு கனிப்பொருள்களுக்கும் இடையிலுள்ள உறவு பற்றிய விதிகளை நிர்ணயிப்பதற்காகத் தம் வாழ்வையே பணித்துக் கொண்டவர்கள் பலரும் உண்டு. ஆனல் இன்னும் இவர்கள் தீர்வு கண்டாக வேண்டிய புதிர்கள் பலவும் உள்ளன என்பதை இப்பொழுது நாம் காண்கிறோம்.

விதிகளா புதிர்களா?

புவியியலில் மறுக்க முடியாதவை மிகப் பலவும் உள்ளன. இந்த விஞ்ஞானத்தின் அடிப்படையாய் அமைந்துள்ள விதிகள் இத்தகையனவே. கனிமவியலிலும் [mineralogy] படிக

அமைப்பு ஆய்விலும் [crystallography] பாறைகள் உருவாகும் நிலைமைகள் பற்றிய தத்துவத்திலும் இவை போன்ற விதிகள் பலவும் நிலைநாட்டப் பெற்றுள்ளன.

உதாரணமாய் ருஷ்ய விஞ்ஞானி யெவ்கிராப் ஸ்தெப் பானவிச் பியோதராவ் [Yevgraf Stepanovich Fyodorov] ஒரு வரம்புக்கு உட்பட்ட முறைகளிலேதான் கனிமப்பொருள்கள் விசும்பை நிரப்பமுடியும் என்று கணிதவியல் பகுத்தாய்வின் மூலம் நிலைநாட்டினார். 230 படிகவியல் ஏற்பாடுகள் தான் சாத்தியமென அவர் கணித முறையில் நிரூபித்தார்.

பியோதராவின் வாழ்நாளிலேயே அவருடைய கணித வியல் பகுத்தாய்வு வெற்றிவாகை சூடியது. அவர் நிலைநாட்டிய கணித விதிகள் கனிமப்பொருள்களை எக்ஸ்-கதிர்களைக் கொண்டு ஆராய்வதன் மூலம், சோதனைகளின் வாயிலாய் உறுதி செய்யப்பட்டு மெய்ப்பிக்கப்பட்டன. கனிமவுலகைச் சேர்ந்த எந்தப் பொருளின் அமைப்பையும் நிர்ணயிக்கும் உட்கூடான அணு, மூலக்கூறுப் பின்னலமைப்புடன் இவ் விதிகள் சம்பந்தப்பட்டவை என்பது தெரிய வந்தது.

ஆனால் விதிகளை நிலைநாட்டுவதில் விஞ்ஞானிகள் சில நேரங்களில் அவசரப்பட்டு விடுகிறார்கள். விதி என்பது நிலையானதும் மறுக்க முடியாததும் இயற்கையில் எப்பொழுதும் தொடர்ந்து நிகழ்வதுமான ஒன்றைப் பற்றியதாக இருத்தல் வேண்டும். ஒரு நிகழ்ச்சி இவ்வாறு தொடர்ந்து மீண்டும் மீண்டும் நிகழ்வதாயில்லாவிடில், அல்லது அது விதிக்கு முரண்படுவதாய் இருக்குமானால், விதியைக் கண்டு பிடித்துவிட்டதாகக் கூறுவது அவசரப்பட்டு வந்தடைந்த ஒரு முடிவே ஆகிவிடும். இது சம்பந்தமாய் விஞ்ஞானிகள் ஒரு வரிசைக் கிரமத்தை வகுத்திருக்கிறார்கள். புள்ளியியல் விதி என்பதாக ஒன்று உண்டு. சில நிகழ்ச்சிப்போக்குகள்

ஒழுங்கு முறைப்படி நடைபெறுகையில் வேறு சில அவ்வாறு நடக்காதிருக்கும் சந்தர்ப்பத்துக்கு இவ்விதி பொருந்துவதாகும். திட்டவட்டமான ஒழுங்கு முறை எதுவுமே இல்லையெனில், விதிக்குப் பதிலாய்த் தத்துவம் அல்லது கோட்பாடு என்கிறோம். தத்துவம் அல்லது விஞ்ஞானக் கோட்பாடு என்று சொல்வதற்குப் போதுமான ஆதாரங்கள் இல்லையேல், கருதுகோளுடன் நாம் திருப்தியடைய வேண்டியதாகிறது. கருதுகோள் என்பது ஓரளவு ஆதாரத்தை கொண்ட கற்பிதத்தின் அடிப்படையில் அமைந்த விஞ்ஞானக் கற்பனையாகும்.

இந்த வரிசைக் கிரம ஏற்பாட்டைக் குறிப்பாய் புவியியலில்தெளிவாகக் காணலாம். இதோ சில உதாரணங்கள்.

புவியியலாளர்களின் 17ஆவது சர்வதேசக் காங்கிரசுக்கு முன்பே கனிமப்பொருள்கள் உருவாவது பற்றிய விதிகள் பலவும் நிலைநாட்டப் பெற்றிருந்தன. அமெரிக்க விஞ்ஞானி எம்மன்ஸ் [Emmons] விதி என்பதாக அழைக்கப்பட்டது அக்காலத்தில் செல்வாக்கு படைத்த விதிகளில் ஒன்று யிருந்தது. மேக்மா உலை மண்டலங்களில் இருக்கக் கூடிய கனிமப்பொருள் பற்றிய விதிகளை எம்மன்ஸ் வகுத்திருந்தார்.

பல்வேறு பொருள்களும் படிகமாகும் தானங்களைப் பகுத்தாய்ந்து, மேக்மா கனிமப்பொருள்களின் வெப்பநிலை மண்டலப் பிரிவினை விதியை எம்மன்ஸ் நிலைநாட்டினார். அதிக அளவு வெப்பம் தாங்கும் கனிமப்பொருள்கள், மேக்மா உலைகளுக்கு அருகே வெப்பநிலை போதிய அளவு அதிகமாயுள்ள பகுதியில் படிகமாக வேண்டுமென்பதும், ஒப்பளவில் குறைவான வெப்பநிலைகளில் படிகமாகும் கனிமப்பொருள்கள் இவ்வுலைகளின் எல்லைப் பகுதிகளில் படிய வேண்டுமென்பதும் தெளிவாக விளங்கிற்று.

கனிம வள ஆராய்ச்சிகளுக்கு இது திட்டவட்டமான தொரு தத்துவார்த்த அடிப்படையை அளித்தது. மேக்மா உலை தென்பட்டதும், உயர் வெப்பநிலைகளை ''விரும்பும்'' கனிமப்பொருள்களுக்குரிய தனிமங்களான தகரம், மொலிப்டனம், டங்ஸ்டன் முதலானவற்றை அதன் அருகே எதிர்பார்க்கலாம் என்றுகியது. இந்த உலையிலிருந்து விலகிச் செல்லச் செல்லவேறு வகைத் தனிமங்கள் கிடைப்பதற் கான சாத்தியக்கூறு மேலும் மேலும் அதிகரிக்கிறது என் பதே வெப்பநிலை மண்டலப் பிரிவினை விதியின்படி கிடைக்கும் முடிவு. மேல்மட்ட மண்டலத்தில் லித்தியமும் குறைவான வெப்பநிலைகளிலேயே உருகிவிடும் பிற பொருள்களும் அடங் கிய கனிமப்பொருள்கள் கிடைக்க வேண்டும்.

எம்மன்சின் வெப்பநிலை மண்டலப் பிரிவினை விதியை [law of temperature zonation] விஞ்ஞானிகள் மட்டிலா மகிழ்ச்சியுடன் ஏற்றுக் கொண்டனர். இறுதியாக இது கனிமவள ஆராய்ச்சி முறைகளை ஒழுங்குபடுத்துமென எதிர் பார்க்கப்பட்டது. ஆனுல் சிறிது காலத்துக்கெல்லாம் வெப்பநிலை மண்டலப் பிரிவினை விதி எல்லாச் சந்தர்ப்பங் களிலும் பொருந்துவதாயில்லை என்புதுடன், சாதாரண மாய் இதனைப் பயன்படுத்த முடிவதுமில்லை என்பதாகப் பல் வேறு நாடுகளிலிருந்தும் தகவல்கள் வரத் தொடங்கின.

இந்த முரண்பாட்டுக்கு விளக்கம் தர சோவியத் பேரவை விஞ்ஞானி செர்கெய் செர்கேயேவிச் ஸ்மிர்னேவ் [S. S. Smirnov] முயற்சி செய்தார். நாடித்துடிப்புத் தத்துவம் [pulsation theory] என்ற ஒரு தத்துவத்தை இவர் உருவாக் கிஞர். ஓரளவுக்கு இது ஜெர்மன் விஞ்ஞானி பெர்கின் [G. Berg] ''ஊடுருவல்'', அல்லது பழைய கனிமப் படிவங் களின்மேல் புதிய தொகுப்பு ஒன்று வலிந்து அமர்ந்து

விடுதல் என்னும் கருத்துக்கு ஒத்ததாய் இருந்தது. இந்தத் தத்துவம் சில சந்தர்ப்பங்களில் பிழையின்றி விவரிக்கப் படுவதில்லை என்பதை இங்கு குறிப்பிட வேண்டும்.

சாராம்சத்தில் இத்தத்துவம் மேக்மா உலையின் ஒரு வகை நாடித்துடிப்பு பற்றியதாகும்; ஹெராக்ளிட்டஸின் சொற்களில் சொல்வதெனில் மூண்டெழுந்தும் திரும்பவும் அடங்கித் தணிந்து கொண்டும் இருக்கும் மேக்மா உலையின் நாடித்துடிப்பு பற்றியதாகும். இந்த நாடித்துடிப்பு சில நேரங்களில் கடுமையாகிவிடுகிறது; வேறு சில நேரங்களில் பலவீனமாகிவிடுகிறது. பலவீனமான துடிப்பின்போது லித்தியமோ குறைந்த உருகுநிலைத் தானம் கொண்ட வேறொரு தனிமமோ முந்திய ''எழுச்சியின்'' போது படிந்த வெப்பம் தாங்கும் ஆற்றல் வாய்ந்த டங்ஸ்டன் அல்லது மொலிப்டனத்துக்கு அடுத்தபடியாகப் படிய நேரலாம். இதற்கு மாறாக, கடுமையான மேக்மா பாய்ச்சல்களின் போது டங்ஸ்டன், மொலிப்டனக் கனிமப்பொருள்கள் மேக்மா உலையின் மையத்திலிருந்து நெடுந் தொலைவுக்கு எடுத்துச் செல்லப் பட்டுவிடலாம்.

இந்த ஊடுருவல் தத்துவம் எம்மன்ஸ் விதிக்கு முரண்பாடான நிலைமைகளுக்கு விளக்கம் கூறுகிறதே ஒழிய கனிம வள ஆராய்ச்சிகளுக்குத் தெளிவாகவும் பிழையின்றியும் வழிகாட்டவில்லை.

மடிப்பு மண்டலங்களின் தத்துவமான புவிக்குழிவுத் தத்துவத்தை [geosyncline theory] மற்றொரு உதாரணமாய்க் குறிப்பிடலாம். ஒருசில பத்தாண்டுகளுக்குள் இத்தத்துவம் வெகுவான மாற்றங்களுக்கு உள்ளாயிற்று. அமெரிக்க விஞ்ஞானிகள் தானாவும் [Dana] ஹாலும் [Hall] இத்தத்துவத்தை முன்வைத்தனர். பூமியின் கடல்களில் குறிப்பிட்ட

சில பகுதிகளில் வண்டல் படிவு கடுமையாக நடந்தேறுவதாக இவர்கள் கருதினர். இந்த விதியை விளக்கிக் கூறும் பொருட்டு பிரெஞ்சு விஞ்ஞானி ஓக் [E. Haug] பெருங்கடலின் நடுவிலுள்ள உட்குழிவினுள் வெளிப்புற மண்டலங்களிலிருந்து எப்படி ஏராளமான துண்டுகள் சரிந்து விழுகின்றன என்பதைக் காட்டும் ஒரு வரை படத்தை நமக்கு விட்டுச் சென்றூர். இவ்வாறாக இந்தப் பள்ளம் சிறிது சிறிதாய்த் தூர்ந்து வருகிறது. பிற்பாடு அடுக்குகள் அழுத்தப்பட்டு மடிப்புகள் தோன்றிப் பிளவுகள் உண்டாகின்றன; இவற்றிலிருந்து மேக்மா கக்கப்பட்டு எரிமலைகள் வெடிக்கின்றன.

சோவியத் பேரவை விஞ்ஞானி திமீத்ரிய் வசீலியெவிச் நலீவ்க்கின் 1932ல் தானு, ஹால், ஓக் இவர்களது கருத்துக்களை எதிர்த்துப் பேசியது எனக்கு நினைவில் இருக்கிறது: ‘‘பேராசிரியர் ஓகின் பாடப்புத்தகத்திலுள்ள இந்த வரை படம் எத்தகையது? அட்லாண்டிக் பெருங்கடலை ஓர் உதாரணமாய் எடுத்துக் கொண்டு ஓக் அதனை ஏடாகோடமான அளவையில் வரைந்துள்ளார். செங்குத்துக் கோட்டு அளவை மிகப் பெரியதாகவும், கிடைக்கோட்டு அளவை மிகச் சிறியதாகவும் இருக்கின்றன. இதன் விளைவு என்னவெனில் இது ஒரு சட்டி போலாகிச் சுற்றுப் பக்கங்களிலிருந்து வண்டல்கள் நடுப் பகுதிக்குள் சரிந்து விழுகின்றன. நமது மாணவர்களில் யாராவது ஒருவர் இப்பிரச்சினையை இது போல விவரித்திருந்தாராஞல், கிடைக்கோட்டு அளவையும் செங்குத்துக் கோட்டு அளவையும் இசைவாயிருக்க வேண்டுமென்பதை மறந்ததற்காக அவர் தேர்வில் தவற நேர்ந்திருக்கும். ஆனல் பேராசிரியர் ஓக் இந்த இசைவின்மையைத் தமது தத்துவத்தின் அடிப்படையாக்கிவிடுகிறூர்!... அட்லாண்டிக் பெருங்

கடலின் அதிகபட்ச ஆழத்தை ஒரு சென்டிமீட்டராகக் கொண்டு இக்கடலை மெய்யான, திருத்திப் புரட்டப்படாத அளவையில் வரைவோமானால், இந்த அளவையின் பிரகாரம் அட்லாண்டிக்கின் முழு நீளம் 250 மீட்டருக்குக் குறையாமல் இருக்கும். இப்பொழுது பூமியின் வளைவையும் கணக்கில் எடுத்துக் கொண்டால் இந்தக் கடலின் அடிமட்டம் உட்குவிந்து இருப்பதற்குப் பதிலாய்ப் புறங்குவிந்து இருப்பதையே காண்போம். ஆகவே வண்டல்கள் சுற்றுப் பக்கங்களிலிருந்து நடுப்பகுதியினுள் விழ முடியாது. கடலாய்வுப் பயணங்கள் இக்கடலின் பெரும் பள்ள மண்டலங்களில் துண்டுத்துகள் அல்லது வண்டல் பொருள்கள் சொற்ப அளவே உள்ளனவென்பதை உறுதிப்படுத்தியிருக்கின்றன. இவை இங்கு ஒன்றுதிரளவே முடியாது....''

அப்படியானால் புவிக்குழிவுத் தத்துவம் விஞ்ஞான வழியில் முற்றிலும் ஆதாரமற்றதுதானா?

மேலும் பேசுகையில் நலீவ்க்கின், கனத்த வண்டற்படிவு அடுக்கு பார்வையிடப்பட்டுக் குறிக்கப்பட்டிருக்கிறதென ஒத்துக் கொண்டார். ஆனால் இது எங்கே காணப்படுகிறது? பிரதானமாய்க் கரையோர மண்டலங்களிலும் தீவுக்கண மண்டலங்களிலும்தான். இந்த விமர்சனத்துக்குப் பிற்பாடு, தற்கால புவிக்குழிவுகள் பெருங்கடல்களின் கரையோர மண்டலங்களிலோ, தீவுக்கண மண்டலங்களிலோதான் அமைந்துள்ளன என்பதே பெருவாரியானோரின் கருத்தாகியது. இந்தோனேஷியா, மத்திய அமெரிக்கா, ஈஜியன் கடல் உட்பட மத்தியதரைக் கடலின் சில பகுதிகள் ஆகியவை தற்காலப் புவிக்குழிவுகளுக்கான சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாய்க் கருதப்படுகின்றன.

ஆனுல் இங்குங்கூட ஐயுறவுகள் எழத் தொடங்குகின்றன. ஈஜியன் தீவுக்கண மண்டலத்தில் நாங்கள் பல நாட்கள் கப்பல் பயணம் செய்தது என் நினைவில் இருக்கிறது; ஆனுல் அடிவானத்தில் எங்குமே நிலப் பகுதி கண்ணிற் படவேயில்லை. எல்லையில்லாக் கடலைத் தவிர வேறு எதனையும் நாங்கள் பார்க்க முடியவில்லை.

ஈஜியன் கடலைப் பூகோளப் படத்தில் பார்க்கையில் இங்கு தீவுக்கணம் இருப்பது தெரிகிறது என்பது மெய்தான். ஆனுல் உண்மையில் இந்தத் தீவுகள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று நெடுந் தொலைவில் உள்ளன. பிரதான கரையோர அரிப்பு களோ, பிரதான வண்டல் படிவுகளோ இங்கு சாதாரண மாய்க் காணப்படவில்லை. ஆனுல் உலகப் பெருங்கடலின் கரையோர மண்டலத்தில் சில பகுதிகளில் — உதாரண மாய் கங்கை, மிஸ்ஸிஸிப்பி ஆறுகளின் முகத்துவாரங்களில் — தற்போது மிகவும் பருமனுய் வண்டல் படிவுகள் சேர்ந்து வருகின்றன.

பிற்பாடு புதிய உண்மைகள் புலப்படலாயின. மலை அடி வார மண்டலங்களில் பெருந் திரட்சிகள் உண்டாகி இருந்த தைக் கண்ணுற்ருேம். ஆகவே மலையடிப் புவிக்குழிவுகளைத் தனியே பிரித்து வைத்துப் பேச முற்பட்டோம். பிறகு, புவிக்குழிவு என்ற கருத்து தெளிவற்றதாக இருந்ததால், இச்சொல்லுக்குப் பல்வேறுபட்ட விளக்கங்களும், ''இயூ புவிக்குழிவு'', ''மியோபுவிக்குழிவு'' போன்ற மிகப் பல புதிய கிளைச் சொற்களும் தோன்றின. புவிக்குழிவுத் தத்துவத்தின் நெருக்கடி என்பதாகப் பேசத் தொடங்கியோரும் இருந் தனர். உதாரணமாய் 1956ல் பேராசிரியர் பாப்போவ் [V. I. Popov] இத்தத்துவத்தைக் கண்டித்து விமர்சனம் செய்தார். புவியியலில் சில கருத்துக்கள் குறித்து என்ற

தமது கட்டுரையில் அவர் இச்சொல் ஏற்கனவே காலத்துக்கு ஒவ்வாததாகிவிட்டது என்றும், குறிக்கப்பட்டுள்ள நிகழ்ச்சிகளுக்கு விளக்கம் தரும் பொருட்டு புதிய வடிவங்களைக் கண்டுபிடிப்பது அவசியமாகிவிட்டது என்றும் எழுதினர். சுருக்கமாய்க் கூறினல், புவிக்குழிவுத் தத்துவம் தற்போது பெரும்பாலான விஞ்ஞானிகளால் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட போதிலும், ஆராய்ச்சியாளர்களில் ஒவ்வொரு தொகுப்பினரும் அவர்களுக்குரிய நிபந்தனைகளுடன்தான் இதைப் பயன்படுத்திக் கொள்கிருர்கள்.

மேக்மா நிகழ்ச்சிப்போக்குகளும் அவற்றைத் தொடர்ந்து மலையாக்கமும் நடைபெற்ற வண்டல் படிவுப் பாறைகளைப் பெரிய அளவில் கொண்ட பகுதிகள் பூமியில் இன்று இருக்கின்றன, பழங்காலத்திலும் இருந்துள்ளன என்பதற்குச் சான்று பகரும் உண்மைகள் இவ்விதமாய் ஏராளமாகக் குவிந்துவிட்டன. உண்மை விவரங்கள் அளவின்றி உள்ளன, ஆனுல் தத்துவம்தான் போதிய அளவு வளர்க்கப்பட்டாகவில்லை. பாறைச் சந்தங்கள் பற்றிய தத்துவத்தில் நிலவும் அதே நிலைமைதான் இங்கும் இருந்து வருகிறது — நிகழ்ச்சிப்போக்கினுல் உண்டாகும் விளைவுகளை அறிந்திருக்கிருேமே யன்றி, அதன் காரணங்களை இன்னும் தெரிந்து கொண்டாகவில்லை.

நடப்பியல் [actualism] (சீரமைவு [uniformism] அல்லது ஒப்புமைகள் [anologies]) என்னும் கோட்பாடு ஒருகாலத்தில் விரிவாக அங்கீகரிக்கப்பட்டு வெகுவாகப் பரவியிருந்த கோட்பாடாக இருந்தது. ஆனுல் ஒப்புமை முறை ஒரு கோட்பாடாகப் போற்றிப் புகழப்படத் தொடங்கிய ஒரு நேரத்தில், இதன் குறுகிய வரம்புகள் புலப்படலாயின.

இப்பிரச்சினையைப் பரிசீலிப்பதற்கென்று 1951ல் அனைத்து சோவியத் யூனியன் மாநாடு ஒன்று கூட்டப்பட்டது. இதில் புவியியலாளர்கள் நடப்பியல் முறையைக் குறிப்பிட்ட அளவுக்கே கையாள முடியுமென்றும், இதனை ஒரு கோட்பாடாகக் கருத இயலாதென்றும் முடிவு செய்தனர். இம்முடிவை ஆதரிக்கும் சில உதாரணங்களை இங்கு குறிப்பிடலாம்.

கடந்த புவியியல் ஊழிகளில், முக்கியமாய் தெவோனியக் காலம் [Devonian Period] என்றழைக்கப்படுவதில், வியக்கத்தக்க எழிலுடைய ஜாஸ்பர் மணிக் கற்கள் நிறைய உருவாகின. இக்கற்கள் யூரல் மலைகளில் மலிந்திருப்பதைக் காண்கிறோம். உலகின் சிறந்த ஜாஸ்பர் படிவங்களில் ஒன்று ஓர்ஸ்க் நகரை ஒட்டினாற்போல் உள்ளது. எழிலார்ந்த கோலங்களுடன் கூடிய வகைகள் அடங்கலாய் இக்கனிமத்தில் 200க்கு மேற்பட்ட வகைகள் இங்கு கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆனால் ஜாஸ்பர் மணிக் கற்கள் இப்பொழுது உருவாகவில்லையாதலால், இது எவ்வாறு தோன்றுகிறது என்பதை நடப்பியல் முறையினால் விளக்க முடியவில்லை.

மற்றுமோர் உதாரணம்: சைபீரியாவில் கம்பளி யானையின் எலும்புகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதைத் தொடர்ந்து 18ஆம் நூற்றாண்டைச் சேர்ந்த ருஷ்ய விஞ்ஞானி லொமனோசோவ் [Lomonosov] கடந்த காலத்தில் இப்பரப்பு வெப்பமிக்கதாக இருந்திருக்க வேண்டுமென முடிவு செய்தார். அவர் நடப்பியல் முறையை அனுசரித்து ஒப்புமை வழியில் இம்முடிவுக்கு வந்தார். இக்காலத்திய யானைகள் பூமத்தியரேகை மண்டலங்களிலோ இந்த ரேகையை ஒட்டியிருக்கும் பகுதிகளிலோதான் வசிக்கின்றன. குளிர் மிகுந்துள்ள நிலைமைகளில் யானைகள் வசிக்க முடியுமென லொம

ஞேசோவால் நினைக்க முடியவில்லை. யானைகளுக்கும் கம்பளி யானைகளுக்குமுள்ள வித்தியாசம் அவருக்குத் தெரிய வில்லை.

ஆகவே நடப்பியல் முறைக்கு இப்பொழுது கடும் எதிர்ப் பாளர்கள் தோன்றியிருப்பது தற்செயலாக நிகழ்ந்துவிட வில்லை. ஜெர்மன் விஞ்ஞானியான பியூலோவ் [K. Bulov] நடப்பியலை அறவே மறுத்து முரண்நடப்பியல் [anactualism] என்ற கருத்தை ஆதரிக்கிருர். பூமியின் தற்கால வளர்ச்சிக் கட்டம் அதன் வரலாற்றிலே பிரத்தியேகமானது என்றும், முன்பு எக்காலத்தும் நடந்திராத நிகழ்ச்சிப்போக்குகள் இன்று நடைபெற்று வருகின்றன என்றும் அவர் கூறு கிருர். நடப்பியல் முறையை அறவே விட்டொழிக்கும்படி அவர் புவியியலாளர்களை வற்புறுத்துகிருர். இம்முறையின் அடிப்படையில் வந்தடைந்த முடிவுகள் தவருனவை என்கிருர்.

அடிக்கடி நிகழ்வது போலவே இம்முறையும் உண்மை இவ்விரு தீவிரநிலைக் கருத்தோட்டங்களுக்கு இடைப்பட்ட தாக உள்ளது. புள்ளியியல் [statistics] விதிகள் செயல்பட்டு, சாராம்சத்தில் சில சந்தர்ப்பங்களில் நடப்பியல் பொருத்த மாயிருப்பதை நமக்குப் புலப்படுகின்றன.

தத்துவங்கள் போதிய அளவு வளர்ச்சி பெருத நிலையில் இருப்பதற்கு இன்னும் பல உதாரணங்கள் கொடுக்கலாம். பாறைகளின் தனி வயது [absolute age] என்னவென்பது கதிரியக்கச் சிதைவு நிகழ்ச்சியைப் பகுத்தாய்வதன் மூலமாய்த் தற்போது புவியியலில் விரிவாகப் பரிசீலிக்கப் படுகிறது. பொட்டாசியம்-ஆர்கான் முறை [potassium-argon method] எனப்படுவதே இதற்கு மிகவும் பரவலாய் அங்கீ கரிக்கப்பட்டுள்ள முறையாகும். பொட்டாசியம்-40 காலப்

போக்கில் ஆர்கான்-40 ஆக மாறிவிடுகிறது என்பது தெரிந்ததே. இதன் பாதிச் சிதைவு ஆயுள் மிக நீண்ட கால அளவைக் குறிக்கிறது; அதாவது இது 130 கோடி ஆண்டுக் காலம் கொண்டதாகும். ஒரு பாறையில் பொட்டாசியம்-40உம் அதன் சிதைவுப் பொருளும் இருக்கும் அளவைக் கருராய் மதிப்பிட்டால், இப்பாறை எவ்வளவு காலத்துக்கு முன்பு தோன்றியது என்பதைக் கணக்கிட்டு விடலாம்.

யாவும் தெளிவாக விளங்குவதாகவும், புவியியலாளர்கள் முடிவில் கருரான அளவறி [guantitative] ஆதாரத்தைப் பெற்று விட்டதாகவும் தோன்றும். ஆனல் சிக்கல் என்னவெனில், இந்தக் கணிப்பு முறை கதிரியக்கத் தனிமங்களது பாதிச் சிதைவு ஆயுட்காலங்கள் மாருதவை, நிலையானவை என்பதன் அடிப்படையில் வகுக்கப்பட்டதாகும். ஆனல் இந்தப் பாதிச் சிதைவு ஆயுட்காலங்கள் மாறக் கூடியவையல்ல என்பது மெய்தானு? இவை மாறுகிறவையல்ல என்னும் கருத்து இயக்கவியல் பொருள்முதல்வாத விதிகளுக்கு முரணனதென்ற வாதத்தை 1956ல் சோவியத் விஞ்ஞானி பொகானிக் [N. S. Boganik] முன் வைத்தார்.

பத்திரிகைகளில் இது விவாதத்தைத் துவக்கி வைத்தது. இக்காலத்தின் தலைசிறந்த புவிரசாயனவியலாளர்களான ஸ்தாரிக் [I. Y. Starik], பிரான்க் [I. M. Frank] போன்ற பலரும் பொகானிக்கின் முடிவுகள் உண்மையே என்பதை ஒத்துக்கொள்ள வேண்டியதாயிற்று. ஆனல் இக்கருத்தோட்டத்தை நாம் ஏற்போமானல், தனி வயதைக் கணக்கிடுவது அறவே சாத்தியமற்றதாகி விடும். ஆகவே புவியியலாளர்கள் உண்மை விவரங்கள் அதிக அளவில்

சேகரிக்கப்பட்ட பிறகு தத்துவத்தில் அவசியமான மேம்பாடுகளைச் செய்துகொள்ளலாம் என்பதை மனதிற்கொண்டு, தனி வயதை நிர்ணயிப்பதற்கான கதிரியக்க முறைகளைக் கையாளட்டுமென்று புவியிரசாயனவியலாளர்கள் ஆலோசனை கூறினர்.

திட்டவட்டமான ஒரு முடிவுக்கு வர இயலாத நிலைமையானது, அடிக்கடி புவியியலாளர்களைத் துணிச்சல் மிகுந்த கருதுகோள்களை முன்வைக்கும்படித் தூண்டுகிறது. புலனாகியுள்ள உண்மைகளுக்கு அவர்கள் இந்தக் கருதுகோள்களின் வாயிலாய் விளக்கம் கூற முயலுகிறார்கள். ஆனால் பல சந்தர்ப்பங்களில் இந்தக் கருதுகோள்கள் விஞ்ஞானக் கற்பனைகளையே ஒத்தவையாகிவிடுகின்றன. உதாரணமாய், 1908ல் துங்குஸ் தைகாக் காட்டில் என்ன நிகழ்ந்தது என்பது குறித்து பலத்த விவாதம் நடைபெற்றிருக்கிறது. ஏறத்தாழ அறுபது ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நடைபெற்ற நிகழ்ச்சியே என்றாலும், விஞ்ஞானிகள் இன்னும் இது பற்றி வாக்குவாதம் புரிந்து வருகிறார்கள். அங்கு விண்கல் விழுந்திருக்குமா, அல்லது அணுசக்தி வெடிப்பு ஏற்பட்டிருக்குமா, அல்லது வால்நட்சத்திரக் கரு ஒன்று பூமியுடன் மோதிவிட்டதா, அல்லது பறக்கும் கோளம் ஒன்று அளவு மீறி மின்னேற்றம் பெற்று அதன் மோதல் வெறும் வெடிப்பாக மட்டும் அமையாமல் சக்தி வாய்ந்த மின்சார வெளியீடாகவும் அமைந்துவிட்டதா என்றெல்லாம் விவாதிக்கிறார்கள்.

எதிர்ப்பொருளால் [antimatter] — அதாவது எதிர்ப் புரோட்டான்கள், எதிர்நியூட்ரான்கள், பாசிட்ரான்கள் ஆகியவற்றால் — ஆன விண்கோளம் பூமியின் வளிமண்டலத்தினுள் ஊடுருவியிருக்கக் கூடும் என்றுகூட ஒரு கருத்து வெளியிடப்பட்டிருக்கிறது.

செவ்வாய் அல்லது வெள்ளிக் கோளிலிருந்து வந்த விண்வெளிக் கப்பல்தான் 1908ல் துங்குஸ் தைகாவில் விழுந்த தென்று எழுத்தாளர் அலெக்சாந்தர் கஸான்த்ஸேவ் பல ஆண்டுகளாய் வாதாடினுர். எல்லை மீறிய கற்பனை என்கிறீர் களா? ஆனுல் இப்பிரச்சினை குறித்து முன்வைக்கப்பட்ட ஏனைய கருதுகோள்கள் பல சந்தர்ப்பங்களில் இதைக் காட் டிலும் அதிகமாய் நம்பத்தக்கதாய் இருக்கவில்லை. உதாரண மாய் விண்கல் கருதுகோள் ஆதாரமற்றதாகவே இருக் கிறது. பிற கருதுகோள்களும் எல்லா உண்மைகளுக்கும் பொருந்துவதாய் இல்லை. புவியியலாளர்களும் புவிரசாயன வியலாளர்களும் விண்கல் ஆய்வாளர்களும் வானியலாளர் களும் பௌதிகவியலாளர்களும் தொடர்ந்து வாக்குவாதம் நடத்துகிறுர்கள். எழுத்தாளர்கள், மாணவர்கள், பள்ளி ஆசிரியர்கள், கல்லூரி விரிவுரையாளர்கள் இவ்வாருக எல் லோரும் இப்பிரச்சினை குறித்து தமது கட்சியை எடுத் துரைத்திருக்கிறுர்கள். துங்குஸ் உற்பாதம் நிகழ்ந்த இடத் துக்கு எண்ணற்ற ஆராய்ச்சிப் பயணக் குழுக்கள் போய்வர ஏற்பாடு செய்யப்பட்டது. சில கோடைகளில் மிகப் பலரும் அங்கு சென்று பார்வையிடுகிறுர்கள். இவர்களில் பெரும் பாலோர் ஆர்வமிக்க பயணிகளே ஆவர். இந்த முக்கியப் பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காண்பதற்குத் தம்மால் இயன்ற உதவியை அளித்திடலாமென்று இவர்கள் தமது விடுமுறை களின்போது தமது சொந்த முயற்சியின் பேரில் துங்குஸ் தைகாவுக்குப் புறப்படுகிறுர்கள்.

புவியியல் மிகப் பெரும் மாறுதல்களுக்கு உள்ளாகும் ஒரு கட்டத்தை வந்தடைந்துவிட்டதென்றே கூற வேண்டும். அடிப்படையிலேயே புதிய தத்துவங்களை அவசியமாக்கி

விட்ட உண்மை விவரங்கள் ஏராளமாய்க் குவிந்துவிட்டன. ஆகவே, 1963ஆம் ஆண்டில், சோவியத் விஞ்ஞானிகள் வி. பெலவூசாவும் [V. Belousov] சதோவ்ஸ்கியும் [M. Sadovsky] புவியியல், புவிபௌதிகம், புவியிரசாயனம் ஆகிய மூன்றின் விவரங்களையும் ஆராய்ச்சி முறைகளையும் இணைத்திடக் கூடிய புவியறிவியல் [geonomy] என்றொரு புதிய விஞ்ஞானக் கிளை அவசியமென கூறியது காரணமின்றி முன் வைக்கப்பட்ட ஆலோசனையல்ல.

புவியியல் விஞ்ஞானங்களிலுள்ள குறைபாடுகள் புவி பௌதிகம், புவியிரசாயனம் இவற்றின் அடிப்படையாய் அமைந்துள்ள கணிதவியல் முறைகளைக் கொண்டு நீக்கப்பட வேண்டுமென்று இந்த விஞ்ஞானிகள் வாதாடினர். மிகப் பல கருதுகோள்களும் புள்ளியியல் விதிகளும் கோட்பாடுகளும் முறைகளும் இதனுல் கணித அடிப்படையில் நிறுவப்பெற்று ஒழுங்குபடுத்தப்படும்.

பெலவூசாவும் சதோவ்ஸ்கியும் முன்வைத்த இந்த ஆலோசனைக்கு ஆதரவாக மிகப் பெருவாரியான விஞ்ஞானிகள் கருத்துத் தெரிவித்திருக்கிருர்கள். புவியியலாளர்களும் புவிபௌதிகவியலாளர்களும் உண்மையில் ஒருவரையொருவர் புரிந்து கொள்ள முடியாத நிலைமை ஏற்பட்டிருப்பதை இவர்கள் நன்கு உணருகின்றனர். புவியியலில் தற்போது ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டிருக்கும் கருதுகோள்கள், கணிதவியலில் தேர்ந்தவர்களின் கேலிக்கு உள்ளாவதை அடிக்கடி பார்க்கிருேம். கணிதவியலாளர்கள், புவியியலாளர்கள், புவிபௌதிக வியலாளர்கள், புவியிரசாயனவியலாளர்கள் ஆகியோரது அனுபவத்தைப் பொதுமைப்படுத்தி அதனுல் பெறப்படும் முடிவுகளை இந்தப் புதிய விஞ்ஞானக் கிளையின் அடிப்படையாகக் கொள்ள வேண்டும். இவ்

வாறு செய்யப்படுமாஞல், தற்போது நாம் புவியியலில் ''விதிகள்'' என்பதாக அழைத்திடும் புதிர்கள் தீர்க்கப்படு வதற்குச் சாதக நிலைமைகள் ஏற்படக் கூடும்.

பாதாளக் கருங் குருதிக் குழாய்கள்

லேஞ ஆற்றின் கரையில் மார்க்கொவோ என்ருெரு கிராமத்துக்கு அருகே கேம்பிரிய எண்ணெய் ஊற்று கண்டு பிடிக்கப்பட்ட செய்தி 1962ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் உலகெங்குமுள்ள புவியியலாளர்களுக்குத் தெரியலாயிற்று. ஐம்பது கோடி ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட காலத்தில் தோன் றிய இந்தக் கேம்பிரிய எண்ணெய் பல சிறப்பியல்புகளைப் பெற்றிருந்தது. முதலாவதாக இது இளநிறமுடையதாய், அல்லது எண்ணெய் உற்பத்தியாளர்கள் கூறுவது போல வெண்மை நிறமுடையதாய் இருந்தது. பெட்ரோலும் மண் ணெண்ணெயும்தான் இதன் பிரதான உள்ளடக்கம்; மென் மையான எண்ணெய்கள் சொற்ப அளவே கலந்திருந்தன. இத்தகைய கனிம எண்ணெய் எப்பொழுதுமே தரத்தில் உல கிலே மிகச் சிறந்ததாகக் கருதப்பட்டு வந்துள்ளது. ஆஞல் இந்த எண்ணெயின் முதற்பெரும் சிறப்பாகக் கருதப்பட்டது, அதன் உயர்ந்த தரம்கூட அல்ல. பூமியில் உயிர்வகைகள் மிகச் சொற்ப அளவே வளர்ச்சியுற்றிருந்த தொன்மையான தோர் ஊழியில் உருவான படிவங்களில் எண்ணெய் கிடைத் ததுதான் எல்லோரையும் வியப்புறச் செய்துவிட்டது.

கேம்பிரியக் காலத்திலும், ஏன் அதற்கு முற்பட்ட காலங்களிலுங்கூட தோன்றிய படிவங்களில் இதன்முன் எண்ணெய் கிடைத்திருக்கிறது என்பது மெய்தான். தீக்கல் பாறைகளிலோ, வெகுவாக உருமாறிய புராதனப் பாறை

களிலோ கேம்பிரிய எண்ணெய் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள 30க்கு மேற்பட்ட படிவங்களும் 200க்கு மேற்பட்ட துளைகளும் உள்ளன.

இத்தகைய ஒரு வயல் மொரோக்கோவில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அங்கு கேம்பிரிய, கேம்பிரிய-முற்காலக் களிக்கற்களிலும் [shale] கருங்கற்களிலும் எண்ணெய் கிடைத்தது. அமெரிக்காவிலும் கேம்பிரிய, கேம்பிரிய-முற்காலப் படிவுகளில் எண்ணெய் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது; இதே போல கானடாவின் மத்திய மாகாணங்களிலும், டெக்சாஸுக்கு மேற்கிலும், நியூ மெக்சிகோவுக்குத் தென்கிழக்கிலும் கிடைத்திருக்கிறது.

சிசிலியிலுள்ள எட்னா, இந்தோனேஷியாவிலுள்ள கிராகட்டாவு போன்ற சில எரிமலைகளின் செயற்பாட்டின்போது காணப்பட்ட விவரங்கள் இன்னுங்கூட வியப்பூட்டத்தக்கனவாகும். இந்த எரிமலைகள் கக்கிய பொருள்களில் எண்ணெய் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. டொலிமா எரிமலை (மத்திய ஆண்டீஸ்), நியூஜீலாந்தின் எக்மான்ட் எரிமலை போன்ற பலவற்றிலிருந்தும் வெளிவந்த பொருள்களில் எண்ணெயின் தடங்கள் காணப்பட்டன.

ஆகவே மார்க்கொவோ கிராமத்துக்கு அருகே கேம்பிரிய எண்ணெய் கிடைத்ததில் ஆச்சரியப்படுவதற்கு என்ன இருக்கிறது? ஆச்சரியம் என்னவெனில், உயிர்ப் பொருள் ஆதாரத்திலிருந்துதான் எண்ணெய் தோன்றியதெனக் கூறும் செல்வாக்கு மிகுந்த தத்துவத்துக்கு இவ்வுண்மைகள் யாவும் நேர் முரணாயுள்ளன. எரிமலைகளில் உயிர்மங்கள் வாழ்வது எப்படி?

ஆனால் எண்ணெய் எப்படி உருவாயிற்று என்பது குறித்து பலவகையான கருதுகோள்களும் இருந்து வருகின்றன.

இறந்த அங்கஜீவிகளின் அழுகலிலிருந்தே எண்ணெய் தோன்றியதெனை எண்ணெய் நிபுணர்கள் சிலர் கூறுகிறார்கள். இதற்குச் செய்முறைச் சோதனையின் வாயிலான நிரூபணமும் விஞ்ஞானத்துக்குக் கிடைத்திருக்கிறது. ஜப்பானிய இரசாயனவியலாளர் ஒருவர் காற்றுத் தொடர்பில்லாத தனி வகைக் கெட்டில்களில் மீனைப் பக்குவம் செய்வதன் மூலம் பெருமளவுக்கு எண்ணெயை ஒத்த பொருள்களைப் பெறுவதில் வெற்றி பெற்றார். இத்தத்துவத்தின் ஆதரவாளர்கள் காஸ்பியன் மண்டலத்தின் எண்ணெயில் ஒரு பகுதி பல பத்துலட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு ஏற்பட்ட உற்பாதத்தின் விளைவாய் மத்தியதரைக் கடலின் நீர் உடைத்துக் கொண்டு கருங்கடலினுள் பாய்ந்ததைத் தொடர்ந்து தோன்றியிருக்கக் கூடுமென வாதாடுகிறார்கள். அப்பொழுது காஸ்பியன் கடலும் கருங்கடலும் ஒரே நீர்வெளியாக ஒன்றுகலந்து விட்டது. இறந்த உயிர்மங்கள் எண்ணெய் வளங்களாக உருமாறும் இந்த நிகழ்ச்சி இன்றும் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறதென எண்ணெய் நிபுணர்கள் வலியுறுத்துகிறார்கள்.

இறந்த உயிர்மங்களிலிருந்து எண்ணெய் தோன்றுகிறதென்ற இந்தத் தத்துவத்துக்கு எதிர்ப்பாளர்கள் பலரும் உள்ளனர். இறந்த உயிர்கள் புதையுண்டது எப்படி என்பது விளங்கவில்லை என்று அவர்கள் வாதாடுகிறார்கள். இறந்த உயிர்களின் சடலங்களை உண்ணும் ஜீவன்கள் ஆழ்கடல்களில் மலிந்திருப்பதால், உயிர்களின் சடலங்கள் கடலடியில் போதிய அளவில் ஒன்று சேர்ந்து, பிற்பாடு நிலைமைகள் மாறி காற்றுத் தொடர்பு இல்லாமல் எண்ணெய்ப் பொருள்களாக உருமாறுவது எப்படிச் சாத்தியம் என்று இந்த விஞ்ஞானிகள் கேட்கிறார்கள்.

மற்றொரு தொகுதியைச் சேர்ந்த கருதுகோள்கள் நிலத்திலும் நீரிலும் தாவரங்கள் ஒன்றுகுவிந்து எண்ணெயாகிவிடுவதாகக் கூறுகின்றன. இந்தக் கருதுகோள்களுக்கும் செய்முறைச் சோதனைச் சான்று இருக்கிறது. இரண்டாம் உலகப் போரின்போது ஜெர்மானியர்கள் கீழ்த்தரமான நிலக்கரியையும் பழுப்பு நிலக்கரியையும் நீராவியின் செயற்பாட்டுக்கும் 400 டிகிரி சென்டிகிரேட் வரையிலான வெப்ப நிலைகளுக்கும் உட்படுத்தி, செயற்கை எண்ணெயைத் தயாரித்துப் பயன்படுத்தியது தெரிந்ததே. இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட எண்ணெய்ப் பொருள்களிலிருந்து பெட்ரோலும் மண்ணெண்ணெயும் இதர எண்ணெய்ப் பொருள்களும் வடிக்க முடிந்தது; அந்த அளவுக்கு அவை இயற்கைப் பெட்ரோலிய எண்ணெய்களை ஒத்திருந்தன.

இந்தக் கருதுகோளுக்கும் கடுமையான ஆட்சேபங்கள் உள்ளன. இக்கருதுகோள் மெய்யானால் நிலக்கரி கிடைக்கும் எந்த இடத்திலும் எண்ணெயும் சாதாரணமாய்க் கிடைத்தாகவேண்டும். இரண்டும் ஒருங்கே கிடைக்கும் இத்தகைய இடங்கள் உலகின் பல பகுதிகளிலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்றாலும், சாதாரணமாய் எண்ணெயும் நிலக்கரியும் தனித்தனியே வெவ்வேறு இடங்களில்தான் கிடைத்து வருகின்றன.

மூன்றாவது தொகுதியைச் சேர்ந்த விஞ்ஞானிகள் எண்ணெயானது கலப்பு வழியிலே — அதாவது உயிரினங்கள், தாவரங்கள் ஆகிய இரு ஆதாரங்களிலிருந்தும் — தோன்றுகிறதென்ற கருதுகோளை முன்வைக்கிறார்கள். பிரதானமாய் இது நுண்ணுயிர்மங்களிலிருந்து [microorganisms] தோன்றுகிறது என்கிறார்கள். பேரவை விஞ்ஞானி இ. மி. குப்கின் இந்தக் கருதுகோளையே பின்பற்றினார். இக்கருத்துக்களுக்கு

ஆதரவாய் அவரும் நம்பகமான செய்முறைச் சோதனை விவரங்களை அளித்தார். பேரவை விஞ்ஞானி ஸெலீன்ஸ்கிய், பல்ஹாஷ் ஏரியில் இறந்த நுண்ணுயிர்மங்களிலிருந்து உண்டான அழுகிய வண்டலிலிருந்து எண்ணெய்ப் பொருள்களை வடித்தெடுத்தார். பெரிய ஆறுகளின் முகத் துவாரங்களிலும் கடல் மண்டலங்களிலும் மிகப் பல நுண்ணுயிர்மங்களும் தாவர மிச்சசொச்சங்களும் திரண்டு விடுவதாக குப்கின் கூறினார். பல்வேறு உப்புகளையும் ஆறு ஏராளமாய்க் கொண்டுவந்து சேர்க்கிறது. இவை எண்ணற்ற நுண்ணுயிர்மங்களுக்கு உணவாகிவிடுகின்றன. இவை இறந்ததும் அடிமட்டத்திலே அமிழ்ந்து வண்டல்சகதியால் மூடப் பெறுகின்றன. இந்தச் சகதி பிற்பாடு அதிவெப்ப மண்டலத்தில் அகப்பட்டுக் கொண்டுவிடுமானால், ஸெலீன்ஸ்கிய் அவரது ஆய்வுக்கூடத்தில் நடத்திய சோதனையை ஒத்த நிலைமைகள் ஏற்படுகின்றன. ஆகவே உயிர்ப் பொருள் எண்ணெயை அளிக்க முற்படும்.

கனிம எண்ணெய் வயது சர்ச்சைக்குரிய விவகாரமாய் இருந்து வருகிறது. ஓரளவு இந்த சர்ச்சை எண்ணெய் எப்படி தோன்றியதென்ற பிரச்சினையைத் தெளிவுபடுத்த உதவியிருக்கிறது. உயிர்மங்களின் மிச்சசொச்சங்களிலிருந்து இயற்கை எண்ணெய் உருவாயிற்றென்ற தத்துவத்தின் ஆதரவாளர்கள் எண்ணெயின் வயது அதன் உறைவிடமாயுள்ள பாறைகளின் வயதுக்கு ஒப்பானதாய் இருந்தால், எண்ணெய் உயிர்ப் பொருள் வழியிலேதான் தோன்றியது என்பதற்கு இது சான்றாகிவிடுமெனக் கூறுகிறார்கள். எண்ணெய்த் துறைப்பு வியியலாளரான சாவ்ச்சென்கோ [V. P. Savchenko], கதிரியக்கச் சிதைவால் எண்ணெயில் உண்டாகும் ஹீலியத்தை ஆராய்வதன் மூலம் அந்த எண்ணெயின்

வயதை நிர்ணயிக்கும் முறையை வகுத்திடுவதில் வெற்றி கண்டார். பெரும்பாலான சந்தர்ப்பங்களில் எண்ணெயின் வயது அதன் உறைவிடப் பாறைகளின் வயதுக்குச் சமமாக வே இருக்கிறதென்று அவர் நிரூபித்தார்.

சில புவியிரசாயனவியலாளர்களும் சுவையான பல ஆராய்ச்சிகள் நடத்தியிருக்கிறார்கள். மிஸ்ஸிஸிப்பி ஆற்றின் முகத்துவாரத்தில் திரண்ட டெல்டா வண்டலில் அவர்கள் எண்ணெய்த் துளிகளைக் கண்டுபிடித்தனர். அணுசக்திக் கால அளவுமானிகளைக் கொண்டு இந்த எண்ணெயின் வயது நிர்ணயிக்கப்பட்டது. இது 14 ஆயிரம் ஆண்டுகளே தான் என்று தெரிய வந்தது. ஆகவே நுண்ணுயிர்மங் களிலிருந்துதான் எல்லாப் புவியியல் ஊழிகளிலும் எண் ணெய் தோன்றியது, இன்றும் தோன்றிக் கொண்டிருக் கிறது என்று முடிவு செய்யப்பட்டது. பேரவை விஞ்ஞானி குப்கினது கருதுகோள் ஒரு காலத்தில் சோவியத் யூனியனில் மட்டுமின்றி பிற நாடுகளிலும் பரவலாக ஏற்றுக் கொள்ளப் பட்டது என்பதைக் குறிப்பிட வேண்டும்.

ஆனால் சில காலத்துக்கெல்லாம் புவியியலாளர் பலு ஹோவ்ஸ்கிய் [N. F. Balukhovsky] வானிலையால் சிதைவுற்ற எண்ணெயான அஸ்பால்ட்டைட் கூழாங்கற்களை பாவ்லொ கிராத்-பத்ரிக்கேயெவோ வட்டாரத்தில் தினேப்பர்-தொ னேத்ஸ் குழிவில் கண்டுபிடித்தார். 200 கிலோமீட்டர் நீளமும் 20-25 கிலோமீட்டர் அகலமும் கொண்ட பரப் பிலுள்ள தொன்மை வாய்ந்த நிலக்கரிப் படிவங்களிலே இக்கற்கள் அடிக்கடி கிடைக்கின்றன. ஒப்பளவில் அண்மைக் காலத்துக்குரியவையான நடு உயிரூழியின் முதற் பிரிவுக் குரிய [Triassic] படிவங்களுக்கு அடியில் இந்தக் கற்கள்

கிடக்கின்றன. எண்ணெயின் வயது அதன் உறைவிடப் பாறையின் வயதுக்குச் சமமானதென்பது எல்லாச் சந்தர்ப் பங்களிலும் பொருந்துவதாயில்லை என்பதே இதன் பொருள். இங்கு எண்ணெயானது அதன் உறைவிடப் பாறைகளுக்கு முன்னதாகவே தோன்றியதாகும். ஆகவே இங்கு குப்கினது கருதுகோள் தவறிவிடுகிறது.

பெயர் பெற்ற உன்னத விஞ்ஞானிகளுடைய கருத்துக் களை ஆதாரமாகக் கொண்டு சில நேரங்களில் புவியியலாளர் கள் தமது கருதுகோள்களை வகுத்துக் கொள்கிறார்கள். குப்கினது கருத்தோட்டம் திமீத்ரிய் இவானொவிச் மென்திலேயேவின் [Mendeleyev] கருத்தோட்டத்துடன் முரண் பட்டு மோதியபோது இவ்வாறுதான் நிகழக் கண்டோம். குப்கினது கருதுகோளை ஆதரிப்பவர்கள் தமக்கு ஆதார மாக லொமனோசோவை மேற்கோளாகக் குறிப்பிடுகிறார்கள். எண்ணெயும் கனிம நிலக்கரியும் உயிர்ப்பொருளிலிருந்தே தோன்றியவை என்பதில் ஐயப்பாட்டுக்கு இடமில்லை என்று லொமனோசோவ் கருதினார். ஓர் ஆதாரத்துக்கு எதிராய் இவ்வாறாய் இரண்டு எடுத்துரைக்கப்படுகின்றன. ஆனால் லொமனோசோவ் இருநூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வாழ்ந் தவர்; புவியியலும் இரசாயனவியலும் தொட்டில் பருவத் தில் இருந்த காலத்தில், எண்ணெயைப் பற்றி அதிகம் தெரி யாத ஒரு காலத்தில் வாழ்ந்தவர்!

மார்க்கொவோ கிராமத்துக்கு அருகே, உயிரின் தடங் கள் மிகவும் அரிதாயுள்ள அடுக்குகளில் எண்ணெய் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட நிகழ்ச்சி ஏற்கனவே பலராலும் ஏற்கப்பட் டிருந்த குப்கினது கருதுகோள் குறித்து திரும்பவும் சந் தேகத்தை எழுப்பியது. மார்க்கொவோ எண்ணெய் தோன்றியது எப்படி?

கேம்பிரிய எண்ணெய் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட செய்தி 17 ஆவது சர்வதேசப் புவியியல் காங்கிரசில் பேரவை விஞ்ஞானி குப்கினுடன் நாங்கள் உரையாடியதை எனக்கு நினைவுபடுத்திற்று. அனங்கக ஆதாரத்திலிருந்து எண்ணெய் தோன்றியதென்ற தத்துவத்தை அப்பொழுது குப்கின் கடுமையாக எதிர்த்தார். 1877ஆம் ஆண்டிலேயே திமீத்ரிய் இவாஞெவிச் மென்திலேயேவ் இத்தத்துவத்தை உருவாக்கியிருந்தார். பூமி பரப்புக்கு அடியில் ஆழ்மட்டங்களில் மிக உயர்ந்த வெப்பநிலைகள் நிலவும் மண்டலங்களில் சில உலோகங்களும் நீரும் வியக்கத்தக்க சேர்மங்களாய் இணைய நேரலாம் என்று புகழ்மிக்க அந்த இரசாயனவியலாளர் கூறியிருந்தார். வார்ப்பு இரும்பில் இருப்பதுபோல உலோகங்களில் சொற்ப அளவு கரியம் [carbon] அசுத்தப் பொருளாய்க் கலந்திருக்கிறது. கரியக் கலப்புள்ள இத்தகைய உலோகத்துடன் உயர் வெப்பநிலைகளில் நீர் செயல்படுகையில், கரியமானது நீரிலிருக்கும் நீரகத்துடன் உடனே இணைந்து உலோகத்திலிருந்து பிரிந்து வந்துவிடுகிறது. இவ்வாறு நீரகக்கரியங்களின் [hydrocarbons] வரிசை தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. பல்வேறு நீரகக்கரியங்களது கலவையே கனிம எண்ணெய்.

மென்திலேயேவின் கருதுகோள்படி எண்ணெயைப் பூமியின் ஆழ்மட்டங்களில் தேடியாக வேண்டும் என்ருகிறது. ஆனுல் பூமியின் மேலோட்டுக்கு அடியில் இந்த ஆழ்மட்டங்களிலே மேக்மாவாதிகளது கற்பிதத்தின்படி மிக அதிக அழுத்தத்துக்கு உட்பட்டு மிக உயர்ந்த வெப்பநிலையிலுள்ள ஒரு வகைப் பொருள் உள்ளது. திரவக் கனிம எண்ணெய் இந்நிலைமைகளில் இருக்க முடியாது. மென்திலேயேவ் கருதுகோளின் ஆதரவாளர்களுக்கு, முன்பு ஒட்டோ யூலியெவிச்

ஷ்மித் [Schmidt] கூறியிருந்தது உடனே நினைவுக்கு வந்தது. பூமியானது ஆதிநிலையில் நெருப்புத்திரவமாக இருந்த தென்ற கான்ட், லாப்லாஸ் கருதுகோளை அவர் உறுதியாக மறுத்தார். ஏனைய எல்லாக் கிரகங்களையும் போலவே பூமியும் குளிர்ந்த துகள்களின் திரட்சியால்தான் தோன்றிய தென்று ஷ்மித் கருதினர். இந்தத் துகள்கள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொண்டு சிறிது சிறிதாகப் பெரிதாகிச் சூரிய மண்டலத்தின் கிரகங்களாயின. ஆனால் இந்நிகழ்ச்சிப் போக்கு மிக மிகக் குறைவான வெப்பநிலையில்தான், பூஜ்யத்துக்குக் கீழே 270-272 டிகிரி சென்டிகிரேடுக்கு மேற்படாத நிலையில்தான் நடந்தேற முடியும். ஷ்மித்தின் கருத்துப்படி ஆரம்பத்தில் பூமி குளிர்ந்த நிலையில்தான் இருந்தது; பிற்பாடு கதிரியக்கச் சிதைவால் படிப்படியாக, பத்துலட்சக் கணக்கான, நூறு கோடிக் கணக்கான ஆண்டுகளில் வெப்பமடைந்தது. இந்நிலைமைகளில் ''மென்திலேயேவ் வழியில்'' கனிம எண்ணெய் தோன்றியிருக்க முடியும். ஒரு வேளை மார்க்கொவோத் துளை மென்திலேயேவ், ஷ்மித் கருதுகோளை உறுதி செய்யும் சான்ருகவும் இருக்கலாம்.

இச்சந்தர்ப்பத்தில் வானியல் விவரங்கள் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கனவாய் உள்ளன. கிரகங்களுடைய நிறமாலைகளை ஆராய்ந்த வானியலாளர்கள் வியாழனிலும் சனியிலும் இதரப் பெரிய கிரகங்களிலும் நீரகக்கரியங்கள் நிறைய இருக்கக் கண்டனர். சந்திரனில் புற ஊதாக் [ultraviolet] கதிர்களின் ஒளிர்ப்பால் பாறைகள் தண்ணொளி விடுவது அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இத்தகைய தண்ணொளி அரிய தனிமங்களோ, எண்ணெய் நிலக்கீல் கனிமப் பொருள்கள் [petroleum bituments] இருக்கையில்தான் ஏற்

பட முடியும். விண்கற்களை ஆராய்ந்தபோது இன்னும் சுவையான விவரங்கள் தெரிய வந்தன. விண்கற்களில் நீரகக்கரியங்கள் ஓரளவு அதிகமாகவே இருப்பது தெரிந்தது. சொக்கலோவ் [V. D. Sokolov] என்ற ருஷ்ய விஞ்ஞானி புறவெளியிலேதான் கனிம எண்ணெய் உருவாயிற்று என்றூர். இவருடைய முடிவுகளின் அடிப்படையில் இவருடைய சீடர்களில் ஒருவரான பேராசிரியர் குத்ரியாவ்த்சேவ் [N. A. Kudryavtsev] எண்ணெயானது மேக்மா உலைகளுக்கு அருகாமையில் உருவாகிறது என்று அனுமானித்தார் (இவ்வாறே கனிம எண்ணெய் எரிமலை கக்கும் பொருள்களில் இடம் பெறலாயிற்று!)

இங்கு என் மனத்துள் ஓர் எண்ணம் எழுந்தது: 17ஆவது சர்வதேசப் புவியியல் காங்கிரசில் சொக்கலோவோ, குத்ரியாவ்த்சேவோ எங்களுடன் இருந்திருந்தாரோ? குப்கினது கருதுகோளை எதிர்த்துப் பேசியது இவர்களில் ஒருவர்தானே?

இக்காங்கிரசில் கலந்துகொண்டவர்களின் பட்டியலைப் பார்த்தபோது, ஐந்து சொக்கலோவ்களும் ஒரு குத்ரியாவ்த்சேவும் இருக்கக் கண்டேன். ஆயினும் நான் ஏமாற்றமடையவே நேர்ந்தது. சொக்கலோவ் 1892லேயே அவருடைய கருதுகோளை வெளியிட்டிருந்தார். 1937ல் கூடிய காங்கிரசில் இப்பிரச்சினையை விவாதித்த இளம் புவியியலாளர்களான எங்களிடையே அவர் இருந்திருக்க முடியாது. ஆனால் குத்ரியாவ்த்சேவ் இக்காங்கிரசிற்கு வந்திருக்கக் கூடும். எனினும் அங்கு வந்திருந்தது இதே குத்ரியாவ்த்சேவ்தானா, இவர் எங்களிடையே இருந்தாரா என்பதை என்னால் நிச்சயம் செய்ய முடியவில்லை.

அது எப்படியாயினும், கனிம எண்ணெய் அனங்கக

வழியில் தோன்றியது என்னும் கருதுகோள் இப்பொழுது எங்களுக்குப் புதிய பார்வையும் புதிய வாய்ப்புகளும் அளித்தது. நமது புவிக்கோளின் அடியாழங்களில் பிரம் மாண்ட எரிபொருள் களஞ்சியங்கள் இருக்கலாமல்லவா? மேற்பரப்பு மண்டலங்களுடன் அவை ஒருவகைக் குழாய் வழிகள் மூலம் தொடர்பு கொண்டிருக்கலாம் அல்லவா? பாதாளக் கருங் குருதிக் குழாய்களான இந்தக் குழாய்வழிகள் கொந்துவாணு மண்டலத்திலும் உலகின் மற்றும் பல இடங் களிலும் அமைந்துள்ள பிளவுகளாக இருக்குமோ? ஐக்கிய அரபுக் குடியரசிலுள்ள ஹுர்கதா, ரஸ்-ஹரிப், பெலேம் எண்ணெய் வயல்களும் இவை போன்ற பிறவும் சூயஸ் கால் வாய் மண்டலத்தில் செங்கடலுக்கு அருகிலுள்ள பிளவு வரியிலேதான் அமைந்திருக்கின்றன. இதேபோல ரைன் ஆற்றோரப் பகுதிகளிலும், தென் அமெரிக்காவின் பாயியா பிளவுக்குரிய பகுதியிலும் பல எண்ணெய் வயல்களைக் குறிப்பிட முடியும்.

இவ்வாறாக எண்ணெயானது அடியாழங்களிலிருந்து வரும் பொருளானால், நாம் மிகமிக ஆழமாகத் துளைத்துச் சென்று அதனைத் தேடியாக வேண்டும். பிரம்மாண்ட ஆழங்களில் மிகப் பெரும் அழுத்தத்துக்கு உட்பட்டு திடப் பொருளின் நிலையிலுள்ள எண்ணெயை நாம் சந்திக்க நேர்ந் தாலும் நேரலாமல்லவா? இதுவரை நாம் கனவிலும் நினைத் திராத அளவுக்கு எண்ணெய் வளச் சேமிப்புகளைக் கொண்ட பிரம்மாண்டக் களஞ்சியங்களை இந்த அடியாழங் களில் காண நேரலாம். எப்படியும் குப்கினது கருது கோளை மறுபரிசீலனை செய்தே ஆக வேண்டும். இக்கருது கோள் கூறுவது அனைத்தும் மெய்தானா?

நவீனநெப்ட்யூன்வாதிகள் கூறுவது என்ன?

புவியியல் துறையில் கடல் அலைகளின் அழிவுச் செயல் குறித்துப் பலரும் நிறைய கூறியிருக்கிறார்கள்.

பிரம்மாண்டக் கடல் அலைகள் புவிக்கோளையே அதிரச் செய்கின்றன. பிஸ்கே விரிகுடாவில் மூண்டெழும் புயலை மாஸ்கோவிலுள்ள நில அதிர்ச்சிப் பதிவு நிலையம் [seismic station] பதிவு செய்துகொள்ளும்படியான அளவுக்குக் கடல் அலைகள் அவ்வளவு கடுமையான அதிர்ச்சியை ஏற்படுத்துகின்றன. சுமார் ஆறு மீட்டர் உயரமும் 80 முதல் 100 மீட்டர் நீளமுமுள்ள சாதாரண அலையுங்கூட 250 குதிரைத் திறன் கொண்டதாயுள்ளது. மற்றும் பல உதாரணங்களைக் குறிப்பிடலாம். மிகமிகக் கெட்டியான பாறைகளுங்கூட அலைகளின் செயற்பாட்டைத் தாக்குப்பிடிக்க முடியாமல் இறுதியில் சின்னாபின்னமாகிவிடுவதற்கு இவை யாவும் சான்றுகளாகும். கடலின் தாக்குதல் இந்தப் பாறைகளை உடைத்து அவற்றை மணலும் களிமண்ணும் வண்டலுமாக்கிவிடுகிறது. முட்டிமோதிவிட்டுத் திரும்பிச் செல்லும் அலைகள் இம்மணலை அள்ளிக்கொண்டு நடுக்கடலுக்குச் செல்கின்றன. அங்கே அது அடிமட்டத்துக்கு அமிழ்ந்துவிடுகிறது.

கடல் வண்டல்கள் உருவாவதற்கான ஆதாரமாய் இருப்பது அலைகளின் செயற்பாடு மட்டுமல்ல. சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பு தென் அமெரிக்காவில் நடைபெற்ற காங்கிரசிற்குச் சென்றது பற்றிய தமது பயணக் குறிப்புகளில் பூகோளவியலாளரான பேரவை விஞ்ஞானி கிராசிமோவ் [I. P. Gerasimov], சகாராப் பாலைவனத்துக்குமேல் தாம் பறந்து சென்றதை விவரித்தார். அட்லாண்டிக் பெருங்கடலை நோக்கிப் பறந்துகொண்டிருந்ததாக அவர் எழுதினார். இக்கடலைக்

கடந்து போனஸ் அயர்சில் அவர் தரையிறங்கியாக வேண்டும். ஆனல் இப்பொழுது அவர் பூமியின் பரப்புக்குமேல் ஒன்பதாயிரம் மீட்டர் உயரத்தில் பறந்துகொண்டிருந்தார். சூரியன் ஒளிவீசிக் கொண்டிருந்தான். விமானத்துக்கு வெளியே வெப்பநிலை உறைநிலைத் தானத்துக்குக் கீழே 30 டிகிரி இருந்தது. ஆனல் கீழே தரையில் கடும் பாலைவனப் புழுதிப் புயல் சீறிக் கொண்டிருந்தது. புழுதியும் மணலும் இந்தச் சூருவளியில் சிக்கி மேகத் திரள்களாக ஐயாயிரம் மீட்டர் உயரத்துக்கு மேலே எழுந்து வெறிகொண்ட புயல் வேகத்தில் அடித்துமோதிக்கொண்டு ஓடின. இந்த மணலும் புழுதியும் சகாராவின் எல்லைகளையெல்லாம் கடந்து நெடுந் தொலைவுக்குக் கொண்டு வரப்பட்டன. முடிவில் இவை மெள்ள அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் படிவதைக் காண முடிந்தது.

ஆறுகளும் உருகி ஓடிவரும் பனியாறுகளும் முக்கியமாய்ப் பனிப்பாறைகளும் மிகுதியான வண்டலைக் கடலினுள் கொண்டுவந்து சேர்க்கின்றன. உப்புகள் படிகங்களாய்ப் பூத்து அடிமட்டங்களில் படிந்துவிடுவதானது கடலின் அடியில் வண்டல் சேர மற்ெருரு முக்கிய வழியாகும்.

18, 19ஆம் நூற்ருண்டுகளில் கடல்களைப் பற்றியும் கடலடியில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றியும் அதிகம் தெரிந்திருக்கவில்லை. ஆகவே கிரேக்கப் புராணக் கடல் தெய்வமான நெப்ட்யூன் பெயரில் நெப்ட்யூனியம் என்று அழைக்கப்பட்ட ஒரு தனிவகைப் போக்கு அக்காலத்தில் புவியியலில் தோன்றியதில் வியப்பில்லை. 18ஆம் நூற்ருண்டின் மிகப் பெரிய நெப்ட்யூன்வாதிகளில் ஒருவரான ஜெர்மன் விஞ்ஞானி கொட்லிப் வெர்னர் [Gottlob Werner] தீக்கல் பாறை அல்லது காரப் பாறை பற்றிய வாக்கு

வாதத்தைத் துவக்கினர். இந்த வாக்குவாதம் பல ஆண்டுகளுக்குத் தொடர்ந்து நடைபெற்று வெவ்வேறு அளவுக்கு வெற்றியும் தோல்வியும் பெற்றுவந்தது.

கொட்லிப் வெர்னரின் கருத்து எளிமையானது. ஆராய்ச்சியாளர்கள் அர்துயீனேவும் [Ardonineau] தொலொமேயும் [Dolomieu] தீக்கல் அல்லது காரப் பாறைகள் யாவும் இறுகிக் கெட்டியாகிவிட்ட எரிமலை லாவாவே ஆகுமெனக் கூறி வந்தனர். வெர்னர் இதனை மறுத்தார். தீக்கல் அல்லது காரப் பாறைகளுக்கும் எரிமலைகளுக்கும் ஒட்டுமில்லை உறவுமில்லை, கடலடியில் வண்டல்கள் படிகமாவதன் விளைவாகவே இப்பாறைகள் தோன்றுகின்றன என்று அவர் தமது திறன்மிக்க விரிவுரைகளில் வாதாடினர்.

வெர்னரின் வாதங்கள் மறுக்க முடியாதனவாய் இருந்து பெரும்பாலான விஞ்ஞானிகளை அவர் கவர்ந்து கொண்டு விட்டாரோ, அல்லது இப்பிரச்சினை குறித்து மனிதகுலம் அன்று போதிய அளவு அறிந்திருக்கவில்லையோ தெரியவில்லை —பல ஆண்டுகளுக்கு வெர்னரின் கருத்துக்கள் அரசோச்சி வந்தன. எரிமலைவாதிகளுடைய கருத்துக்கள் முடிவாக விஞ்ஞானத்தில் நிலைநாட்டப் பெற்ற பிறகுங்கூட, வெர்னரின் கருதுகோளை ஆர்வமுடன் ஆதரித்தவர்கள் பலரும் இருந்தனர். அவருடைய ஆதரவாளர்களின் வரிசையில் ஏனைய புவியியலாளர்கள் எல்லோரும் பொறுமைப்படத்தக்க ஒருவரும் இருந்தார். புகழ்மிக்க யொகன் வொல்ப்கங் கியோத்தே [Goethe] தமது வாழ்நாளின் இறுதிவரை நெப்ட்யூன்வாதிகளது நிலையை ஆதரித்து வந்தார். க்ஸேனிலு என்ற தமது படைப்பில் 1796ல் கியோத்தே இவ்வாறு எழுதினர்: ''நெடுமலைகளே, பாவம், உங்கள் நிலை பரிதாபத்துக்குரியது. நீங்கள் நெருப்பிலே பிறந்ததை யாரும் என்றும் பார்த்த

தில்லை என்றாலும், நெருப்புக்கு நீங்கள் தலை வணங்க நேர்ந்துள்ளது.'' உயர்சிறப்புக்குரிய கியோத்தே வியந்து போற்றினார்: ''புளூட்டோவாதிகளின் ஒவ்வாத அசட்டு நிலையைக் கண்டுணர்ந்தவர் ஒருவரேனும் நமது காலத்தில் வாழ்ந்தார் என்பது வருங்காலத்தவருக்குத் தெரியட்டும்.''

நெப்ட்யூன்வாதிகளுக்கும் கிரேக்கப் புராண வழியில் பாதாள நெருப்பு உலகின் தெய்வமான புளூட்டோவின் பெயர் கொண்ட புளூட்டோவாதிகளுக்கும் (எரிமலைவாதிகள்) நடைபெற்ற போராட்டத்தின் வரலாற்றை விரித்துரைக்கத் தேவையில்லை. காரப் பாறைகளான தீக்கற்கள் நெருப்பு வழியில் பிறந்தவையே என்பது நிரூபிக்கப்பட்ட பிறகு, நெப்ட்யூன்வாதிகள் முடிவாக முறியடிக்கப்பட்டுவிட்டனர் என்பதாகவே தோன்றியது. அனேகமாய் 19ஆம் நூற்றாண்டு பூராவும் அவர்களைப் பற்றிய பேச்சுக்கே இடமில்லாமல்தான் இருந்து வந்தது. ஆயினும் கடந்த நூற்றாண்டின் இறுதியில், இன்னும் முக்கியமாய் இந்த நூற்றாண்டில், நெப்ட்யூன்வாதிகளுடைய கருத்துக்கள் புத்துயிர் பெற்று ஒரு புதிய அடிப்படையில் ஓங்கி எழுந்துவிட்டன. இக்காலத்தில் கடலடியில் வண்டல் படிவது பற்றிய விதிகளை விஞ்ஞானிகள் தெரிந்து கொண்டதே இதற்குக் காரணம். பெருங்கடல்களின் அடிமட்டத்தில் பல்வேறு இடங்களிலும் படியும் வண்டலின் வகைகளைக் கடலாராய்ச்சிப் பயணக் குழுக்கள் இக்காலத்தில் கண்டறிந்து கூறின. பெருங்கடல்களின் அடியாழங்களில் நுட்பமான வண்டல்சகதிகள் படிகின்றன என்பதும், கரையோர மண்டலங்களில் கரடுமுரடான பருங்கூறுகளாலான அல்லது துண்டுத்துகள் அமைப்பு கொண்ட வண்டல்கள் சேர்கின்றன. பூமத்திய ரேகைக்கு அருகிலுள்ள மண்டலங்களிலும் பொதுவாக

வெப்பமான கடல்களின் அடியிலும் கரியதை [carbonate] வண்டல் சகதி திரளுகிறது. இதில் சுண்ணும்பு அதிக அளவி லுள்ளது. வளைகுடாக்களில் உப்புகள் ஒன்றுகுவிகின்றன.

புவியியலாளர்கள் பாறைகள் உருமாற்றமடையும் முறை களை, அதாவது அவை தோன்றியபின் அவற்றில் ஏற்படும் மாறுதல்களை ஆராயத் தொடங்கியதும், நெப்ட்யூன்வாதி களது கருத்துக்கள் புத்துயிர் பெற்றெழுந்தன. பாறையை மிக உயர்ந்த வெப்பநிலைகளுக்குச் சூடாக்கியதும் என்ன நடைபெறுகிறது? அது அழுத்தத்துக்கு உள்ளாக்கப்படும் போதோ, பல்வேறு உப்புகளையும் கொண்ட நீராவி அதனுள் நிரம்பிவிடும்போதோ என்ன நடைபெறுகிறது?

ஸ்வெர்திலோவ்ஸ்க் நகரச் சுரங்கத் தொழிற் கல்லூரி யில் காட்சியிலுள்ள பாறை வகைகளைப் பார்வையாளர்கள் வியந்து போற்றக் காண்கிறோம். இந்தப் பாறை வகைகள் சிலவற்றைப் பற்றிய குறிப்புகள் வருமாறு. நீழ்னிய் தாகீ லுக்கு அருகாமையில் விசொக்கொகோர்ஸ்க் இரும்புச் சுரங் கத்தில் வெடிவைத்துப் பாறை பிளக்கப்பட்ட போது உடைந்து விழுந்த காந்த இரும்புத் தாதுத் துண்டை ஆராய்ந்தபோது அதில் காஸ்டிரொபோடா எனப்படும் கடற்சிப்பி ஒன்றின் உரு பதிந்திருப்பது காணப்பட்டது. இது கண்டுபிடிக்கப்படுவதற்கு முன்பு விசொக்கொகோர்ஸ்க் இரும்புத் தாதுக்கள் மேக்மாவிலிருந்து தோன்றியவை என் பதாகக் கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனால் மேக்மாவில் சிப்பி எப்படி வாழ்ந்திருக்க முடியும்? இதில் ஏதேனும் தவறு இருக்கவே வேண்டும்.

மற்றோர் உதாரணம். பவளங்களும், பெலெசைப்போடா வகையைச் சேர்ந்த நன்னீர் இரட்டைக் கிளிஞ்சில்களை ஒத்த மற்ற கடற் சிப்பிகளின் கிளிஞ்சில்களும் தெற்கு

யூரலிலுள்ள ஆழமான சிபாய் செம்புச் சுரங்கத்தில் கண்டு பிடிக்கப்பட்டன.

செம்புத் தாதுவில் கிளிஞ்சில்களும் பவளங்களும் கிடைப்பதா? வண்டற்படிவுகளிலிருந்து செம்புத் தாது உருவாவதும், செம்புத் தாதுவினாலான சிப்பிக் கிளிஞ்சில்களும் கற்பனைக்குக்கூட எட்டுவனவாய் இல்லையே!

கேர்ச் இரும்புத் தாதுவில் அடிக்கடி கடல்நாய்களின் எலும்புகள் காணப்படுகின்றன. கடலுக்கடியில் இரும்புத் தாதுக்களிடையே இந்தக் கடல்நாய்கள் இறந்து புதையுண்டிருக்க வேண்டும். ஆனால் இந்த எலும்புகளில் வழக்கமான கால்ஸிய, பாஸ்பரச் சேர்மங்களுக்குப் பதிலாய், கேர்ச் இரும்புத் தாதுக்களிலுள்ள அதே பொருள்கள் அடங்கியிருக்கக் காண்கிறோம். இரும்பு எலும்புகளையுடைய கடல் நாய்கள் அக்காலத்தில் கருங்கடலில் வாழ்ந்தனவா, என்ன?

இயற்கையே இவ்விதம் சிறிது சிறிதாக அதன் விந்தைகளை நமக்குப் புலப்படுத்த முற்பட்டது. பாறைகளின் வாழ்க்கை அதியற்புதமானது, வியத்தகு உருமாற்றங்களுக்குரியது என்பதை இயற்கை நமக்குத் தெரிவித்தது. அவை தமது வாழ்நாளில் மிகவும் செழுமையான எழிலார்ந்த வரலாற்றைக் காண்கின்றன.

கடல் வண்டல் சகதியின் வரலாறு இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு. கடலடியில் குவிந்தபின் இந்தச் சகதி மாற்றமின்றி அப்படியே இருப்பதில்லை; நீரை இழந்து சுண்ணாம்புக் கல்லாக மாறுகிறது. மேக்மா உலைக்கருகே நிலவும் உயர்ந்த வெப்பநிலைகளுக்கு உட்படுகையில் இந்தச் சுண்ணாம்புக் கல் மாற்றுப் படிகங்களாகி சலவைக் கல்லாகிவிடுகிறது.

மேக்மா உலைகளுக்கு அருகாமையில் சில சந்தர்ப்பங்களில் சுண்ணாம்புக் கற்கள் உள்ளத்தை அள்ளும் எழிற்

கோலங்கொண்ட மணிக்கல் கனிமங்களாகவும் பாறைகளாகவும் உருமாறுகின்றன. உதாரணமாய் மிகவும் நேர்த்தியான இயைபும் கண்ணைப் பறித்திடும் தூய நீல நிறமும் கொண்ட லசுரைட் என்றொரு கனிமம் டிரான்ஸ்பைக்காலில் முன்னொரு காலத்தில் உருவாயிற்று. அது உருவான நிலைமைகள் சலவைக்கல் உருவாகும் நிலைமைகளை ஒத்திருந்தன. ஆனால் லசுரைட்டை உருவாக்கிய சுண்ணும்புக் கற்களை ஒட்டினாற்போல் இருந்த மேக்மா உலை இரசாயன இயைபில் சிறிதளவு வேறுபட்டது. இவ்வுலையின் ஆவிகள் சலவைக்கல்லினுள் ஊடுருவி இணையற்ற தனி அழகுடன் மிளிரும் செழுமையான நீல மேனியை அதற்கு அளித்தன.

வேறுவகையான நிலைமைகளில் பாறையிலிருந்து வேறு பல விதமான கனிமங்கள் தோன்றுகின்றன. ஆழ்மட்டங்களை விட்டு மேல்நோக்கிச் சென்று மண்ணுக்கு அடியிலுள்ள நீரில் உயிரகம் கலந்திருக்கும் மேற்பரப்பு மண்டலங்களுக்கு வருவோமாயின், இங்கு முக்கியமாய்ச் செம்புப் படிவங்களுக்குமேல் செம்பு உயிரகத்துடன் இணைந்து உயிரகத்தில் மட்டுமின்றி கரியத்திலும் செழுமையுடையதாகிவிடுவதைக் காண்கிறோம். கரியமிலமும் செம்பும் கலந்த இந்தச் சேர்மமானது மாலகைட் எனப்படும் எழில்மிகு பாறையைத் தோற்றுவிக்கிறது. வெவ்வேறு அடர்வுள்ள கரைசல்கள் வெவ்வேறு அளவுகளில் செயல்படுகையில் மெருகிடப்பட்ட மாலகைட் பரப்புகளில் நாம் வியந்து போற்றும் மாயா ஜாலக் கோல அமைப்புகளை அவை உண்டாக்குகின்றன.

பல்வேறு வெப்பாற்றல்-இயங்கியல் [thermodynamic] நிலைமைகளில் பலவகையான பாறைகளும் கனிமங்களும் உருவாவது குறித்து விந்தைமிகு கதைகளை ஆயிரக்கணக்கில் எடுத்துரைக்கலாம். ஆனால் தற்போது சாதாரணக் களிம

மணலை [clayey sand] ஆய்வுக்கூட சோதனைகளின் மூலம் எப்படியெல்லாம் மாற்ற முடிகிறது என்பதை மட்டும் குறிப்பிட விரும்புகிறேன். பாறை மணலின் [arkose sand] பெரும் பகுதியாயுள்ள வெல்ஸ்பார் துகள்களை [pulverized feldspar] வளிமண்டல அழுத்தத்தைப் போல் ஐயாயிரம் மடங்கான அழுத்தத்துக்கு உட்படுத்தினோமானால், இவை மேலும் சிறு துகள்களாய் நொறுங்கி விடும் என்றே எவரும் நினைப்பார். ஆனால் அவ்வாறு நடைபெறுவதில்லை. அதற்குப் பதில் நேர்த்தியான அல்பைட் (வெல்ஸ்பார்) படிகங்கள் இந்தத் துகள்களிடையே உருவாகக் காண்கிறோம். இனி அழுத்தத்தை வளிமண்டலத்தைப் போல 10 ஆயிரம் மடங்காய் அதிகரிக்கச் செய்த பிறகுங்கூட இந்தப் படிகங்கள் தூளாவதில்லை, அதற்குப் பதில் மேலும் பெரிதாகிச் செல்கின்றன. அதிக அழுத்தமுள்ள மண்டலத்தில் குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் குவார்ட்ஸ் படிகத் துகள்களுக்கும் களிம மணலுக்கும் இடையில் வெல்ஸ்பார் படிகங்கள் உருவாகி வளர்வதாகக் கொள்வோம். இவ்விடத்தில் அப்ரகம் செதிள்களும் கலந்திருக்கக் கூடும். இந்நிலைமைகள் குவார்ட்ஸ், வெல்ஸ்பார், அப்ரகம் ஆகியவை அடங்கிய பாறைத் திரட்சி உருவாகிவிடுகிறது. கருங்கல்லானது இந்தக் கனிமங்களாலேயே ஆனதென்பது நமக்குத் தெரிந்ததே.

கருங்கல் ஒருவகை அமிலப் பாறையாகும் என்றும், இப்பாறை கம்சாத்கா தீபகற்பத்திலுள்ள பெசிமியானயா எரிமலை வகையைச் சேர்ந்த மிகவும் கூடுதலான வெடிப் பாற்றல் கொண்ட எரிமலைக்கு ஊட்டமளிக்கும் மேக்மா உலையில்தான் காணப்படுகிறது என்றும் கூறப்படுகிறது. ஆனால் இதே அமிலப் பாறையை நாம் உருக்க வேண்டிய

அவசியமில்லாமலே களிம மணலே அழுத்தத்துக்கு உட் படுத்தி உண்டாக்கிவிடலாம் என்பதாகத் தெரிகிறது.

ஆகவே தற்கால நெப்ட்யூன்வாதிகள் மேக்மா செயற் பாடு, எரிமலைச் செயற்பாடு இவையெல்லாம் நமது பூமியின் வாழ்க்கையில் அற்பமான நிகழ்ச்சிகளே ஆகுமென்றும், பெரும்பாலான பாறைகள் உருமாற்றத்தின் [metamorphism] அல்லது பாறைகள் மாற்று உருவாக்கப்படும் நிகழ்ச்சிப் போக்கு மூலமாகவே தோன்றியவையென்றும் வாதாடு கிருர்கள்.

நவீனநெப்ட்யூன்வாதிகளான இந்த உருமாற்றவாதிகள் பாறைகளுக்குள் நீரும் நீராவியும் ஊடுருவிச் செயல்படுவது மிகுந்த முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும் என்கிருர்கள். இந்த நீரானது கனிமங்கள் சிலவற்றைக் கரைத்து அவற்றின் பூர் வீக இருப்பிடங்களிலிருந்து வெளியே எடுத்துச் சென்று விடுகிறது. அடுத்த முறை இவ்விடங்களினுள் ஊடுருவும் ஆவியும் நீரும் தம்முடன் வேறுவகையான உப்புகளை இங்கு கொண்டுவந்து சேர்த்திடக்கூடும்.

எடுத்துக்காட்டாக, விசொக்கொகோர்ஸ்குக்கு அருகி லும் சிபாய்க்கு அருகிலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சிப்பிகள் ஆதியில் கால்சைட்டாலான கிளிஞ்சில்களையே பெற்றிருந் தன. ஆனல் பிற்பாடு இந்தக் கிளிஞ்சில்களில் அடங்கிய கனிமத்தின் இரசாயனச் சேர்மங்கள் கரைத்து எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, அவற்றினிடத்தில் ஓரிடத்தில் இரும்புத் தாதுவும் மற்ருேர் இடத்தில் செம்புத் தாதுவும் விடப்பட்டு விட்டன. இந்தப் புதியக் கனிமங்கள் வெளியிடங்களி லிருந்தே இங்கு கொண்டு வரப்பட்டன. சிப்பியின் உடலில் ஆதியிலிருந்த பொருளுக்குப் பதிலாய் இவை அங்கு நிரம்பி விட்டன. கிளிஞ்சிலே அழகுபடுத்திய மிகவும் நுட்பமான

சிற்ப விவரங்களுங்கூட சிறிதும் கலையாமல் அப்படியே இருந்ததென்றால் இந்தப் பொருள் மாற்ற நிகழ்ச்சிப்போக்கு எவ்வளவு நேர்த்தியான முறையில் நடந்தேறியிருக்க வேண்டும் என்பதை ஊகித்துக் கொள்ளலாம்.

ஆயினும் இந்த வாதத்தில் யாவும் மறுக்க முடியாததாய் அமைந்துவிடவில்லை. சில உலோகங்கள் நீக்கப்பெற்று அவற்றின் இடத்தில் வேறு சில நிரப்பப்படலாம் என்பதைக் மேக்மாவாதிகளும் ஒத்துக் கொள்கிறார்கள். ஆனால் உறைந்து இறுகிய மேக்மா உலையினது வாழ்க்கையின் கடைசிக் கட்டமே ஆகும், இப்பொழுது அங்கு தோன்றிடும் நீராவி, நீர் ஆகியவற்றின் செயற்பாடு என்று அவர்கள் வாதாடுகிறார்கள். இந்தச் சூடான கரைசல்கள் அடியிலிருந்தே, அதாவது பூமியின் உள்ளடுக்கிலிருந்தே பூமியின் மேலோட்டுக்கு ஊடுருவி வருகின்றன என்றும், இவை மேக்மா உலைகளின் செல்வ வளங்களைத் தம்முடன் எடுத்துவந்து இங்கு சேர்ப்பிக்கின்றன என்றும் அவர்கள் கூறுகிறார்கள்.

இதற்கு மாறாக நவீனநெப்ட்யூன்வாதிகள் இந்தக் கரைசல்கள் பூமியின் உள்ளடுக்கு அல்லது மேக்மா உலைகளுக்குரிய மண்டலங்களிலிருந்துதான் வர வேண்டுமென்பதில்லை என்கிறார்கள். உதாரணமாய் மேற்கு சைபீரியத் தாழ்நிலத்தில் சுமார் இரண்டு கிலோமீட்டர் ஆழத்தில் கொதிக்கும் நீர் பெருங்கடல் போல் 30 லட்சம் சதுரக் கிலோமீட்டர் பரப்புக்கு வியாபித்திருக்கிறது என்று நிலைநாட்டப்பட்டிருக்கிறது. ஆனால் இது கொந்தளிக்கும் பாதாளக் கடலாகுமென நினைப்பது தவறு. நுண்துளைகளைக் கொண்ட பாறை வழியே இங்கு நீர் பாய்ந்து கொண்டிருக்கிறது. இந்நீர் இந்தப் பாறைகளின் பெருந் துளைகளையும் சிறு துளைகளையும் நிரப்பிவிடுகிறது. குறிப்பிட்ட விதிகளின் பிரகாரம், பிரதான

மாய்க் கிடைமட்ட வழியில் இந்த நீர் இடம் பெயர்ந்து செல்கிறது. இந்த ஆழங்களில் மிகுந்த அழுத்தத்துக்கு உட்பட்டுள்ள கொதிக்கும் நீர் என்னவெல்லாம் செய்ய முடியும் என்பதை நீங்களே ஊகித்துக் கொண்டுவிடலாம். இம் மண்டலத்திலிருந்து இது எல்லா வகையான உப்புகளையும் எடுத்துச் சென்று, பிறகு கரைந்த புதிய பொருள்களைக் கொண்டுவந்து சேர்த்துவிடுகிறது.

இது போன்ற உண்மைகள் யாவற்றின் அடிப்படையிலும் நவீனநெப்ட்யூன்வாதிகள் தமது நிலையை ஆண்டுக்கு ஆண்டு மேலும் மேலும் பலப்படுத்திச் செல்கிறார்கள். தீக்கல் பாறைகளில் அல்லது தீக்கல் பாறைகளையொத்தவற்றில் உயிர்ப் பொருள் எச்சங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. 18ஆம் நூற்றாண்டில் தீக்கல் பாறை குறித்து வெர்னர் துவக்கிய வாக்குவாதம் நவீன விஞ்ஞானத்தின் கண்டு பிடிப்புகளின் அடிப்படையில் திரும்பவும் இப்பொழுது மூண்டெழுந்தால் ஆச்சரியப்படுவதற்கில்லை. இது பற்றிய இறுதி முடிவு இன்னும் ஏற்பட்டாகவில்லை.

எனவேதான் இப்புத்தகத்தின் தொடக்கத்தில் கூறப்பட்ட நிகழ்ச்சியைப் பற்றி, அதாவது 17ஆவது சர்வதேசக் காங்கிரஸ் ஆரம்பமாகுமுன் நடைபெற்ற விருந்தையும் இளம் புவியியலாளர்களிடையே எழுந்த வாக்குவாதத்தையும்பற்றி தொடர்ந்து அவ்வப்பொழுது நினைவுபடுத்திக் கொள்கிறேன். பாறைகளின் வாழ்க்கை குறித்து அன்று தெரியாதிருந்த மிகப் பலவும் இன்று தெரிய வந்துள்ளன. நாங்கள் நினைத்தது போல் இயற்கையில் யாவும் அவ்வளவு எளிதாக இருந்துவிடவில்லை என்று பேரவை விஞ்ஞானி வெர்னுத்ஸ்கியைப் போன்ற தலைமையான விஞ்ஞானி ஒருவர் அதிஷ்டவசமாய் அன்று எங்களை எச்சரிக்கை செய்தார்.

பூமியின் உட்புற மண்டலங்கள் குளிர்ந்த நிலையிலேதான் இருக்கின்றன என்பதாக அக்காலத்திலேயே வெர்னுத்ஸ்கிய் பேசி வந்தார். அவரது ஒப்பற்ற விஞ்ஞானத் தொலைப்பார்வையானது பாறைகள் உருவாகும் வழிமுறைகளுக்கு அருகாமையில் எங்களை வரச் செய்தது. இப்பொழுதுதான் இந்த வழிமுறைகளைப் புரிந்து கொள்ளத் தலைப்பட்டிருக்கிறோம்.

"தயவை நாடிக் காத்திருக்கலாகாது..."

ஆதிமனிதன் தன்னைச் சுற்றிலுமிருந்த இயற்கைச் செல்வங்களைச் சிறந்த முறையில் எப்படிப் பயன்படுத்தலாமென்று சிந்தித்தானில்லை. தனது வளர்ச்சியின் பிந்தியக் கட்டங்களில்தான் அவன் உணவு, கைக்கருவிகள், மூலப் பொருள்கள் இவற்றைச் சேமித்து வைப்பதற்கான நடவடிக்கைகளை எடுக்க முற்பட்டான்.

மனித சமுதாயம் இன்று செயற்கைப் புரதங்கள் [proteins] தயாரிக்கப் போகும் நிலையை, இப்பொழுது நாம் வயல்களில் பயிரிட்டு விளைவிக்கும் பொருள்களை ஆலைகளில் உற்பத்திச் செய்யப் போகும் நிலையை வந்தடைந்திருக்கிறது.

இயற்கைச் செல்வங்களை மனிதன் பயன்படுத்திக் கொண்ட வரலாறு என்ன? இங்கும் ஆரம்பத்தில் மனிதன் தன் கையில் தானகவே அகப்பட்டுக் கொண்டதை மட்டுமே உபயோகித்து வந்தான். மேற்பரப்புக்கு வந்து தலைகாட்டிய கனிம மூலப்பொருள் படிவங்கள் பலவும் இருந்தன. தங்கம், செம்புக்கட்டி, தகரம் அல்லது தகரத் தாதுக்கள் முதலியவையும் சில நேரங்களில் உயர்ந்த மணிக்கற்களுங்கூட

மேலே தரையிலேயே கிடைப்பதுண்டு. யூரல் மலைத் தொடரில் முதன்முதலில் மரகதம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது சாய்ந்து விழுந்த மரத்தின் வேர்களுக்கிடையிலேதான். சுரங் கத் தொழிலின் வரலாற்றில் இது போன்ற நிகழ்ச்சிகள் சர்வசாதாரணம்!

இந்த அதிஷ்டவசக் கண்டுபிடிப்புகளின் காலம் பிற் பாடு முடிவடையலாயிற்று. தனக்கு வேண்டிய இயற்கை வளங்களைத் தேடி மனிதன் பூமிக்குள் தோண்டிச் செல்ல முற்பட்டான். இன்னமும் சந்தர்ப்பவசக் கண்டுபிடிப்புகள் தான் பிரதானமாய் இருந்து வந்தன. பொருளியலின் வளர்ச் சியைத் தொடர்ந்தே புவியியலாளர்கள் செல்வ வளங்களைக் கணக்கிடவும் கனிம மூலப்பொருள்களை மதிப்பிடவும் ஆரம் பித்தனர். பொருளாதாரத்துக்கு அவசியமான பல்வேறு வகையான இயற்கை வளங்களின் இருப்புகள் மதிப்பிடப் பட்டிருக்கின்றன. இவை அந்தந்த நாட்டின் பாதாளக் களஞ்சியங்களில் பத்திரமாய் இருக்கின்றன. நாட்டின் இயற்கைச் செல்வங்களைப் பற்றிய விவரங்களும் இவற்றின் இருப்பு அளவுகளையும் இவை எங்கு கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள் ளன என்பதையும் பற்றிய தகவல்களும் இவற்றுக்கென அமைந்த புவியியல் தகவல் நிலையங்களில் குறித்து வைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. குறிப்பிட்ட வகை மூலப்பொருள் நாட் டில் இல்லையெனில், அதனை எங்கிருந்து தருவித்துக் கொள்ள லாம் என்பதற்குரிய விவரங்கள் இந்தப் புவியியல் தகவல் நிலையத்திடம் உள்ளன.

ஆனால் மூலப்பொருள்களுக்கான தேவை தொடர்ந்து பெருகிய வண்ணமுள்ளது. ஆகவே கனிமப் படிவங்கள் எங்கு எவ்வளவு கண்டுபிடிக்கப்படும் என்பதை முன்கூட் டியே மதிப்பிடுவதற்கும் திட்டமிடுவதற்கும் துணை புரியும்

தனிவகைப் பூகோளப் படங்களை வகுத்துக் கொள்ளும் கருத்து உருவாயிற்று. முன்னறிந்து குறிக்கப்படுவன யாவும் அப்படியே உண்மையாகிவிடுவதில்லை என்றாலும், சில கனிமப் பொருள்களுக்கு இத்தகைய படங்கள் ஏற்கனவே தயாரிக்கப்பட்டுவிட்டன.

ஆனால் இதனால் பிரச்சினை தீர்ந்துவிடுவதில்லை. கனிமப் பொருள்கள் போதுமான அளவுகளில் எப்பொழுதும் கிடைப்பதில்லை. செயற்கை (சேர்க்கை) வகைக் கனிம மூலப் பொருள்களை உருவாக்கலாம் என்னும் கருத்து விரைவில் வளரலாயிற்று. உதாரணமாய் வைரத்தைக் குறிப்பிடலாம். இயற்கையில் வைரம் கிடைப்பது அரிதாயுள்ளது. அப்படிக் கிடைக்கும் போதும் ஒரு கனமீட்டர் பாறையில் கிடைக்கும் வீதாசாரம் மிகமிகச் சொற்பமே ஆகும். சில சமயங்களில் ஒரு சிறு வைரம் கிடைப்பதற்காக மிகப் பெரிய அளவில் பாறையை உடைத்து நொறுக்கிக் கழுவி எக்ஸ்-கிரணப் படமெடுத்தாக வேண்டியிருக்கிறது. வைரங்கள் இல்லையேல் நவீனகாலத் தொழில் துறை வெகுவாய் முடக்கப் பெற்று விடும். அமெரிக்கா அதன் வைரங்களை இழக்க நேர்ந்தால் நாட்டின் தொழில் துறை ஆற்றல் இன்றுள்ளதைவிட பல மடங்கு குன்றிவிடும் என்று பொருளியலாளர்கள் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள்.

இயற்கை முறைக்குப் பதிலாய்ச் செயற்கையில் வைரங்களை உற்பத்தி செய்தால் என்ன?

சோவியத் யூனியனில் வைரங்கள் சேர்க்கை முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. சோவியத் தொழில் துறைக்குத் தேவைப்படும் எல்லா வைரங்களும் இன்று அதற்கு அளிக்கப்படுகின்றன; இவற்றில் மிகப் பெரும்பாலானவை சேர்க்கை முறையில் தயாரானவை.

செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்படக்கூடிய மூலப் பொருள் வைரம் மட்டும்தானு? இல்லே. கனிம மூலப்பொருள் களுக்குப் பிரதிகள் தயாரிப்பதற்கும், அவற்றின் செறிவை அதிகமாக்குவதற்கும் இன்று பல விதமான வழிமுறைகள் உருவாக்கப்பட்டு வருகின்றன. பல கனிமப் பொருள்கள் பல்வேறு பாறைகளில் அடங்கியுள்ளன, அல்லது துல் லியமாகக் கூறுவதெனில் விரவிப் பரவியிருக்கின்றன. கருங் கல்லிலும் அதைச் சேர்ந்த பாறைகளிலும் மென்திலேயே வின் ஆவர்த்தன அமைப்பிலுள்ள [Mendeleyev's Periodic System] எல்லாத் தனிமங்களும் இருக்கின்றன. ஆனுல் மிகப் பெரும்பாலும் இவை மிகவும் சொற்ப அளவுகளில் இருப்பதால் இவற்றைப் பிரித்தெடுப்பது குறித்துப் பேசுவதில் அர்த்தமில்லே.

ஆவர்த்தன அட்டவணையின் [Periodic Table] எல்லாத் தனிமங்களும் — உரேனியமும் தங்கமும்கூட — கடல் நீரில் காணப்படுவது தெரிந்ததே. உதாரணமாய் வோல்கா ஆறு ஓராண்டில் காஸ்பியன் கடலினுள் கொண்டு போய்ச் சேர்க்கும் தங்கத்தின் அளவைக் கணக்கிட்டால், முடிவு பிரமிக்கத்தக்கதாகவே இருக்கும். பிளேன்கின் [D. Bilienkin] தரும் புள்ளிவிவரங்களின்படி இந்த ஆற்றின் நீரில் ஒவ்வொரு கன மீட்டரிலும் $^1/_4$ மிலிகிராம் தங்கம் இருக்கிறது. வோல்கா ஆறு ஓராண்டில் சுமார் 250 கன கிலோமீட்டர் நீரை காஸ்பியன் கடலில் சேர்ப்பிக்கிறது. இவ்வாருக அது ஆண்டுக்கு 600 டன்னுக்கும் அதிகமான தங்கத்தைக் கடலில் கொண்டுபோய்க் கொட்டுகிறது! இந்தத் தங்கத்தின் அளவு எவ்வளவு பெரியது என்பதைப் புரிந்து கொள்வதற்கு இங்கு ஒரு விவரத்தைக் குறிப்பிட லாம்: 19ஆம் நூற்ருண்டின் இறுதியில் ஜாரிஸ்டு ருஷ்யா

ஓராண்டில் உற்பத்தி செய்த தங்கத்தின் மொத்த அளவே சுமார் 30-35 டன்தான்.

மலை போலத் தங்கத்தைக் குவித்து வைத்துக் கொண்டு பறி போய்விடுமோ என்று நடுங்கும் கருமியேதான் இது! ஆனால் வோல்காவின் முகத்துவாரத்தில் விசேஷ வகை வலை களை வைத்தோமானால் இந்தத் தங்கத்தில் ஒரு பெரும் பகுதியை மீட்டுவிட முடியும். இந்த வலைகளைப் பெரிய ஆறுகள், சிறிய ஆறுகள் ஆகிய யாவற்றிலும் வைக்கலாம். இதன் மூலம் நாட்டுக்குக் கனவிலும் கண்டிராத அளவில் தங்கம் கிடைக்கும். ஆறு, கடல் இவற்றின் நீரில் மட்டுமின்றி, மண்ணுக்கு அடியில் இருக்கும் நீரிலும் அடங்கியுள்ள பல் வேறு வகை உலோகங்களையும் கணக்கில் எடுத்துக் கொண் டால், நமக்குக் கிடைக்கக் கூடிய செல்வங்களுக்கு அளவே இருக்காது.

வேறு பல வழிகளும் உள்ளன.

உலோக நிபுணர்கள் தகரத்தை வைத்துக் கொண்டு வேலை செய்கையில் ''தகர நோய்'' என்பதாக ஒன்று அடிக் கடி நிகழக் காண்கின்றனர். இந்த உலோகத்தாலான எல் லாப் பொருள்களும் மக்கிச் சாம்பல் நிறப் பொடியாகி விடுகின்றன. ஒரு வகைத் தகரம் மற்றொரு வகையாக மாறுவதே இதற்குக் காரணம் என்பதை உலோக நிபுணர்கள் நிரூபித்திருக்கிறார்கள். 130 டிகிரிக்குக் குறைவான வெப்ப நிலைகளில் வெண்ணிறத் தகரம் சாம்பல் நிறத் தகரமாய் மாறுகிறது. இவ்வாறு மாறும்போது அதன் பரிமாணம் மிகவும் சுருங்கிவிடுகிறது. இத்தகரத்தைப் பழைய இயல்பு களையும் படிக அமைப்பையும் திரும்பப் பெறும்படிச் செய்வதற்கு இந்தத் தூளைத் திரும்பவும் உருக்கியாக வேண்டும்.

இதே, அல்லது இதையொத்த நிகழ்ச்சியைப் பாறைகளது உலகிலும் காண்கிறோம்.

மாயஓநாய்களைப் பற்றிய நாடோடிக் கதைகள் பலவும் உண்டு. ஓராளுடைய இடுப்பில் துணிவாரைக் கட்டித் தக்க மந்திரத்தைச் சபித்தால் போதும், அந்த ஆளை ஓநாயாகவோ, வேறொரு விலங்காகவோ மாறிவிடலாம் என்பதாக ருஷ்யப் பழங்கதை கூறுகிறது. இது போன்ற உருமாற்றங்களை இன்று யாரும் நம்புவதில்லை என்றாலும், பழங்காலத்தில் இந்த மாயஓநாய்களுக்கும் மந்திரிவாதிகளுக்கும் அபார மாயசக்தி இருந்ததாகக் கருதப்பட்டது.

''மாயஓநாய்க் கற்கள்'' என்பவை கனிமவியலில் அடிக்கடி காணக்கூடியவை. இப்புத்தகத்தின் ஆசிரியரது சொந்தச் சேகரிப்பில் இத்தகைய கற்கள் பலவும் உள்ளன.

வடிவத்தில் குவார்ட்ஸ் அல்லது பாறைப் பளிங்கை [rock crystal] ஒத்த ஒரு கல்லை உதாரணமாகக் கூறலாம். அதை எடுத்துப் பார்த்ததும் அது பளுவாய் இருப்பதை உணருவீர்கள். கத்தியால் கீறிப் பாருங்கள், எளிதில் அதில் கீறல் விழுவது தெரியும். ஆனால் குவார்ட்ஸ் உருக்கை கீறக் கூடியது!

இன்னும் கவனமாய்ப் பரிசீலிக்கையில் இந்தக் கல் காகிதத்தில் கோடு கிழிப்பதைப் பார்க்கலாம். சொற்ப அளவே கெட்டித்தன்மை கொண்டது என்பதைத்தான் காட்டுகிறது இது. இரசாயனப் பகுத்தாய்வும் அதன் இதர பல இயல்புகளும், அது குவார்ட்சின் உருவிலுள்ள சாதாரண ஈயக் கந்தகை [galena] அல்லது பளபளப்பான ஈயக் கலவையேதான் என்பதைப் புலப்படுத்தும். மெய்யான மாய ஓநாய்க் கல்!

இந்த மாயஓநாய்க் கல் அதன் தற்போதைய உருவைப் பெறுமுன் விநோதமான வரலாற்றுக்கு உட்படலாயிற்று. சிக்கலான இரசாயனச் செயற்பாட்டின் விளைவாய் குவார்ட்ஸ் இருந்த இடத்தை ஈயத் தாது கைப்பற்றிக் கொண்டது. இயற்கையில் நடைபெற்ற நிகழ்ச்சிப்போக்குகளின் பயனாய், அற்புத வடிவமைப்பு கொண்ட குவார்ட்ஸ் படிகங்களை இரசாயனச் செயற்பாடு மிகுந்த நீர் கரைத்து அவற்றின் பிறப்பிடத்திலிருந்து வெளியே எடுத்துச் சென்று விட்டது. நாடித் துடிப்புள்ள வேறு சில நீர்க் கரைசல்களால் கொண்டு வரப்பட்ட ஈயக் கந்தகை அவற்றின் இடத்தில் அமர்ந்து கொண்டுவிட்டது.

நாடித் துடிப்புள்ள இந்த நீர்க் கரைசல்கள் படிகங்களைத் தோற்றுவிப்பதற்குக் காலி இடம் தேவைப்பட்டது. ஆனால் காலி இடம் இல்லாமல் ''வாழ்விடத்'' துக்காகப் போராடிய அவை, முன்பு குவார்ட்சுக்கு உரியதாயிருந்த இடத்தைக் கைப்பற்றிக் கொண்டன.

வாழ்விடத்துக்காக இதையொத்த போராட்டங்கள் பலவும் பாறைகளது உலகில் நடைபெறுகின்றன. வெள்ளை அப்ரகம் அல்லது மஸ்கொவைட்டை ஒத்த கனிமமான செரிசைட்டின் செயல் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கதாகும். இவை இரண்டுக்குமுள்ள ஒரேவொரு வித்தியாசம் என்னவெனில், செரிசைட் சிலவேளைகளில் நுண்பெருக்காடி கொண்டே பார்க்க வேண்டிய அளவுக்கு நுண்மையான செதில்களாலானது, ஆனால் இன்னும் சற்று வெளிறிய நிறமுடையதாகவும் அதிக அளவு ஒளிபுகக் கூடியதாகவும் அடர்த்தி மிக்கதாகவுமுள்ள மஸ்கொவைட் நன்கு பட்டை தீட்டப்பெற்று ஓரளவு சிம்புச் சிம்பாய் உதிரக்கூடிய படிகங்களாக உள்ளது.

விஞ்ஞானப் பேரவையின் யூரல் கிளையின் ஆராய்ச்சி ஊழியர் பி. யா. யாரோஷ் [Yarosh] எழுதிய சுவையான ஆராய்ச்சி உரை ஒன்று 1962ல் தொக்லாதி அக்கதேமியி நஊக் எஸ். எஸ். எஸ். ஆரில் (சோவியத் யூனியன் விஞ்ஞானப் பேரவையின் உரைகள்) வெளிவந்திருந்தது. இதில் அவர் யூரல் செம்பு மண்டலத்தில் செரிசைட்டின் செயலைப் பற்றி எழுதுகிமுர். இங்கு செரிசைட் மாயஓநாய்ப் பாறையாக, ஆக்கிரமிப்புப் பாறையாகச் செயல்படுகிறது. செரிசைட் எப்படி தாதுப் படிகங்களை அரித்துத் தின்கிறது என்பதை நுண்பெருக்காடியில் தெளிவாகப் பார்க்க முடிகிறது. தாதுப் படிகங்களிலுள்ள மிக நுட்பமான வீரல்களினுள்ளும் துளைகளினுள்ளும் ஊடுருவிச் சென்று, தாது வளர்ச்சி மண்டலத்தில் புகுந்து கொள்கிறது. இங்கு அது முன்னர் தாதுவுக்குரியதாய் இருந்த இடத்தைக் கைப்பற்றிக் கொள்கிறது. இங்கு செரிசைட் ஆதாயமடைவதற்கு ஒன்றுமில்லை என்பதாகத் தோன்றும். செரிசைட்டின் இரசாயன சூத்திரத்தில் பல தனிமங்கள் அடங்கியிருக்கின்றன. இவற்றுள் மிக முக்கியமானவை அலுமினியம், சிலிக்கன், பொட்டாசியம். பொட்டாசியம் இருப்பதால் இந்த ஊடகம் காரத்தன்மையுடையதாகி அரிக்கும் ஆற்றலைப் பெறுகிறது. தனது அணுக் கட்டுமானத்தைக் கட்டிக்கொள்வதற்கு செரிசைட்டுக்கு அலுமினியமும் உயிரகமும் சிலிக்கனும் நிறைய வேண்டியுள்ளன. வெல்ஸ்பார், புஷ்பராகம் [topaz], பெரில், மாணிக்கம் [garnet] முதலானவையும் அலுமினியமும் உயிரகமும் சிலிக்கனும் கொண்ட மற்றும் பலகனிமங்களும் இருக்கும் இடத்தில் செரிசைட் வேர்கொண்டு விடுவதற்கு அதனுடைய இந்த இரசாயன இயைபே காரணம்.

பொற்கொல்லர்கள் வியந்து போற்றும் விலையுயர்ந்த இரத்தினக்கல் ஒன்று உண்டு. அதன் பெயர் ''நட்சத்திர நீலமணி''. நீலமணியில் [sapphire] திடீரென உள்ளொளி பளிச்சிடத் தொடங்கிவிடுகிறது. இம்மணியை மெள்ளத் திருப்பினுல், அதனுள் பொறி பளிச்சிடக் காணலாம். இப் பொறி சுற்றுப்புற ஒளிக்கதிர்களைச் சார்ந்திராது சுயம்பிர காசமானதாகத் தோன்றும்.

நீலமணியின் இந்தப் பொறி பல காலமாய் ஒரு விந்தை யாகவே இருந்து வந்தது. பிறகு நுண்பெருக்காடி கொண்டு ஆராய்ந்தபோது, இந்தக் கல்லினுள் வேற்றுப் பொருள் களாலான (பிரதானமாய் செரிசைட்டாலான) செதிள்கள் இடம் பெற்று விலையுயர்ந்த இந்நீலமணியை அரித்துச் சேதப்படுத்துவது புலப்படலாயிற்று.

இந்நிகழ்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெறுமாயின் நீலமணி அழிந்தே போய்விடும். இதன் உடைமையாளர் தனது அரிய இரத்தினம் பாழாகி செரிசைட் செதிள்கள் சிலவே தன் னிடம் எஞ்சியிருப்பதைக் கண்டு திடுக்குறுவார். ஆனுல் எக் காரணத்தாலோ இந்நிகழ்ச்சி தடைப்பட்டுவிட்டது. ஆக் கிரமிப்பு செய்த அப்ரகத்தின் சில சிறு துகள்கள் மட்டுமே படிகத்தினுள் முடக்கப்பட்டு இருந்து வருகின்றன. நீல மணியினுள் விண்மீனையொத்த ஜொலிப்பு தோன்றி ஜாலம் புரிய இத்துகள்களே காரணம்.

செரிசைட்டுக்குத் ''தீனி'' அளிக்கக்கூடிய பொருள்களை அது அரிப்பது புரிந்து கொள்ளலாம். ஆனுல் செம்புப் படிவங்களின் தாதுக்களைக் கொண்ட கனிமங்களான பை ரைட்டிலும் கால்கோப்பைரைட்டிலும் அதற்குத் தீனியாகக் கூடியது எதுவுமில்லை. இக்கனிமங்களில் இரும்பும் கந்தக மும்தான் இருக்கின்றன. செரிசைட்டு அதன் அணுக் கட்டு

மானத்தைக் கட்டிக் கொள்ள இரும்பும் கந்தகமும் வேண் டியதில்லை. இக்கனிமங்களை அது அரிப்பதற்கான காரணம் வேருகும்.

செம்புத் தாதுவை எளிதில் அகற்றிவிட முடிகிறது. பைரைட் படிவங்களையுடைய மண்டலங்களுக்கு செரிசைட் ''கவர்ந்திழுக்கப்படுவதற்கு'' இதுவேதான் காரணம். செம் புத் தாதுவை அழித்ததும் காலியாகும் இடத்தை செரிசைட் மிக வேகமாய் நிரப்பிவிடுகிறது.

இந்த நிகழ்ச்சிப்போக்கை எப்படியாவது எதிர்ப்பக்க மாய்த் திருப்பிவிட முடியாதா என்று கேட்கலாம். செரி சைட்டைக் கரைத்து, அது கைப்பற்றிக் கொண்ட இடத் திலிருந்து அதனை அகற்றிவிட்டு, அவ்விடத்திற்குத் தாதுக் கரைசல்களைக் கொண்டுவந்து நிரப்பி செம்புப் படிவத்தைத் திரும்பவும் தோன்றச் செய்ய முடியாதா? தற்போது இது விஞ்ஞானக் கதை என்பதாகக்கூட கருதமுடியாத அளவுக்கு முற்றிலும் கற்பனுவாதமாகவே உள்ளதென்பது மெய்தான். இப்பிரச்சினையை இன்னும் யாரும் ஆழமாகப் பரிசீலனைக்கு எடுத்தாகவில்லை. ஆனுல் இது போன்ற பிரச்சினைகள் நம்முன் எழும் காலம் விரைவில் வரத்தான் போகிறது.

இயற்கை நிகழ்ச்சிப்போக்குகளை நாம் திருத்தியமைத் திட முற்படுகையில், தாதுக் கரைசல்களின் ஓட்டம் கிடைமட்டமானதா, அல்லது செங்குத்தானதா என்பதை ஆராய்ந்தாக வேண்டும்.

கிடைமட்ட ஓட்டத்தை மட்டுமே, அதாவது மேல்மட்ட அடுக்குகளிலிருந்து கரைசல்கள் ஓடிவருவதை மட்டுமே கணக்கில் எடுத்துக் கொள்வோமானுல், நவீனநெப்ட்யூன் வாதிகளான உருமாற்றவாதிகளது கருதுகோள்களிலிருந்து தொடங்கியாக வேண்டும். அப்பொழுது நாம் பூமி

மேலோட்டின் மேற்பகுதிகளிலுள்ள அடிமண் நீரிலே கவனம் செலுத்துவது அவசியமாகும்.

ஆனுல் கரைசல்களின் அடியிலிருந்து மேல்மட்டங்களுக்கு வரும் செங்குத்து ஓட்டம் பற்றிய தத்துவத்தை ஏற்றுக் கொள்வோமாயின், மேலோட்டுக்கு அடியிலுள்ள பகுதிகளை, அதாவது பூமியின் உள்ளடுக்கை ஆராய்வது அவசியமென்ற தவிர்க்க முடியாத முடிவை வந்தடைவோம்.

ஆகவே அந்தப் பழைய கேள்விதான் திரும்பவும் நம் முன்னே எழுகிறது:

''பூமியின் உள்ளடுக்கு என்பது என்ன?''

தகவல் தொடர்பு

பாதாள உலகுக்கு நமது தந்தி

நீண்ட காலத்துக்கு முன்பு இளம் வயதில் நான் மெசென் ஆற்றின் தலைப்பகுதியிலுள்ள திமான் மலைத்தொடருக்குப் போக நேர்ந்தது. எனது புவியியல் ஆராய்ச்சிப் பயணங் களின்போது நான் வேட்டைக்காரர்களையும் மீனவர்களை யும் பன் முறை சந்தித்தேன். அவர்களிடமிருந்து நான் பலவும் கற்றுக்கொள்ள முடிந்தது.

மீன்வேட்டை எனக்கு மிகவும் பிடித்திருந்தது. ஆம் வேட்டைதான், வாய் தவறி வந்த சொல்லல்ல இது. வடகோடியில் துருவ மண்டல நாள் முடிவுற்று இரவு ஆரம் பித்ததும், மீன் வேட்டைக்காரர்கள் படகின் முன்பக்கத் தில் நீண்ட இரும்புக் கம்பத்தின் நுனியிலுள்ள முட்களில் (இவற்றை அவர்கள் 'ஆடு' என்றழைக்கிறார்கள்) காய்ந்த குச்சிகளையும் பிர்ச்மரப் பட்டையையும் வைத்துக் கொளுத்தி ஒளிச்சுடரை உண்டாக்குகிறார்கள். கையிலே மீன்குத்தும் ஈட்டியுடன் படகின் முன்புறத்தில் நிற்கிறார் வேட்டைக் காரர். அவருடைய உதவியாளர் பின்புறத்தில் நின்று பெருங்கோலால் படகைத் தள்ளிச் செல்கிறார். ஒளிச்சுடரின் வெளிச்சத்தில் வேட்டைக்காரர்கள் அடியாழங்களைத் துருவி ஆராய்ந்தபடி நிற்கிறார். ஆடாமல் அசையாமல் மரக் கட் டைபோல் பெரிய 'பைக்' மீன் ஒன்று இருப்பது திடீரென அவர் கண்ணில் படுகிறது. உடனே அவருடைய ஈட்டி துள்ளிப் பாய்கிறது. மறுகணத்தில் அந்த மீன் படகிலே

கிடப்பதைக் காண்கிறோம். பிறகு இன்னொரு பெரிய மீன் மின்னல் வேகத்தில் படகருகே ஓடுகிறது. வேட்டைக்காரர் தனது ஈட்டியை வீசுகிறார். கண் மூடி கண் திறப்பதற்குள் அந்த ஈட்டி லேசாக ஆடிய வண்ணம் செங்குத்து நிலையில் ஆற்றிலே மிதப்பதைப் பார்க்கிறோம். வேட்டைக்காரர் நல்ல அதிஷ்டசாலிதான; 15 கிலோ எடையுள்ள வஞ்சிர வகையைச் சேர்ந்த மீன் ஒன்று [salmon] கிடைத்துவிட்டது.

வேட்டைக்காரர் ஒருவர் என்னிடம் ஈட்டியைக் கொடுத்து, செத்துப்போய் நீருக்கடியில் ஒன்றரை மீட்டர் ஆழத்தில் மிதந்த மீனைக் குறி பார்த்துக் குத்தும்படிச் சொன்னார். சுமார் முப்பது தடவை ஈட்டியைத் திருப்பி எடுத்தெடுத்து விட்டெறிந்த பிறகே முதல் முறையாக அதை என்னால் குத்த முடிந்தது. திறமை போதாது என்பது மட்டுமல்ல இதற்குக் காரணம். கதிர்க்கோட்ட அல்லது வக்கிரிப்பு விதிகளை [law of refraction of light] கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள நான் தவறியதே பிரதான காரணம். ஓர் ஊடகத்திலிருந்து ஒளிக் கதிரானது பிறிதொன்றுக்குச் செல்கையில் அதன் பாதையில் வக்கிரிப்பு ஏற்படுகிறதென்ற சர்வசாதாரண பௌதிகவியல் விதியை என்னுடைய பரபரப்பில் நான் மறந்தேவிட்டேன்.

பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து ஆழ்மட்டங்களுக்கு நாம் அனுப்பும் குறியொலி அலைகளான நில அதிர்ச்சி அலைகளும் இதே போலத்தான் பூமியினுள் வக்கிரிப்புக்கும் [refraction], எதிரடிப்புக்கும் [reflection] உள்ளாகின்றன. இந்த நில அதிர்ச்சி அலைகள் எவ்வாறு அனுப்பப்படுகின்றன?

இச்சந்தர்ப்பத்தில் பழைய நிகழ்ச்சி ஒன்று என் மனக் கண் முன்னே எழுகிறது. இரண்டாம் உலக யுத்த ஆண்டுகளின்போது சுசொவாயா ஆற்றுப் பிரதேசத்தில் நடை

பெற்ற வைரப் படிவ மதிப்பீட்டு வேலைகளைப் பார்வையிடு வதற்கு நான் சென்றிருந்தது நினைவுக்கு வருகிறது. இந்த மதிப்பீட்டு வேலைக்குழுக்களில் புவியியலாளர்கள் மட்டு மின்றி புவிபௌதிகவியலாளர்களும் காணப்பட்டனர். இக் குழுக்களில் ஒன்று மிகவும் வியக்கத்தக்கதாய் இருந்தது. இஞ்சினியர் ஒருவரும் பாத அணிகளில்லாத பதினொரு பனிரெண்டு வயதுள்ள ஒரு டஜன் சிறுவர்களும் இக்குழுவில் வந்திருந்தனர். ''என்ன இது, உல்லாசப் பயணக் குழுவா?'' என்று அந்த புவிபௌதிகவியலாளரைக் கேட்டேன். ''இல்லை, இவர்கள் எல்லோரும் என்னுடைய தொழிலாளர் கள். யுத்தம் நடைபெறும் இக்காலத்தில் வயதுவந்தவர்கள் கிடைப்பதில்லையே'' என்றார் அவர்.

சிறுவர்கள் முறை வைத்துக் கொண்டு கனமான சம்மட்டி ஒன்றைத் தூக்கி வந்தனர்.

''இது எதற்காக?'' என்று விசாரித்தேன்.

''இது யுத்த காலம், வெடிமருந்து கிடைப்பதில்லை'' என்று புவிபௌதிகவியலாளர் விளக்கினார். ''வைரங்களு டைய இருப்பிடப் பாறைப் படிவின் வரம்புகளை வக்கிரிப்பு அதிர்வுகளையும் எதிரடி அதிர்வுகளையும் கொண்டு நிர்ணயிப் பதற்காக நாங்கள் குறியொலி அதிர்வுகள் அனுப்பியாக வேண்டும்....''

இந்த விநோதமான ஆராய்ச்சிக் குழுவில் நானும் சேர்ந்து வைர வளத்தின் மதிப்பீட்டு வேலைகளில் பங் கெடுத்துக் கொண்டேன்.

ஆராய்ச்சி இடத்தை வந்தடைந்ததும் சிறுவர்களில் பலசாலியான ஒருவன் குறிக்கப்பட்டிருந்த ஒரு முனையில் கையில் சம்மட்டியைப் பிடித்துக் கொண்டு நின்றான். பூமி யின் அதிர்ச்சிகளைப் பதிவு செய்து கொள்வதற்கான அதிர்வு

வாங்கிக் கருவிகள் [seismic pick-ups] குறிப்பிட்ட இட வெளிகள் விட்டு ஆங்காங்கே புதைக்கப்பட்டன. புவி பௌதிகவியலாளர் தொடங்குமாறு அறிவித்ததும் சிறுவனின் சம்மட்டி ''இயங்கத்'' தொடங்கியது. மெத்தொலி கேட்டது. சம்மட்டி அடி விழுந்த இடத்திலிருந்து தரையில் தோன்றிய அதிர்வுகளாலான நில அதிர்ச்சி அலைகள் எல்லாத் திசைகளிலும் பரவின. இந்த அலைகள் வைரப் படிவுப் பாறையைக் கடந்து அடித்தளப் பாறைக்குள் சென்றன. சில அலைகள் தொடர்ந்து கீழே சென்று சிறிது சிறிதாக மறையலாயின. ஆனால் வேறு சில அலைகள் அடித்தளப் பாறையால் எதிரடிக்கப்பட்டு மேல்நோக்கித் திரும்பின. இவ்வாறு திரும்பிய அலைகளை அதிர்வுவாங்கிக் கருவிகள் பதிவு செய்து கொண்டன. வைரப் படிவுப் பாறை முழுவதினுள்ளும் இந்த நில அதிர்ச்சி அலைகள் ஊடுருவிச் செல்வதற்கு ஆகிய நேரமும் பதிவு செய்து கொள்ளப்பட்டது. இந்த நில அதிர்ச்சி வாங்கிக் கருவி பதிவு செய்த விவரங்களைப் பரிசீலித்து இந்தப் படிவுப் பாறை எத்தனை மீட்டருக்கு விரிந்து சென்றதென்று கூற முடிந்தது. இந்தப் பாறையில் கிடைக்கும் வைரத்தின் சராசரி அளவு தெரியுமாதலால், இப்பிரதேசம் பூராவிலும் இருக்கக்கூடிய வைரங்களுடைய உத்தேச அளவு சுலபமாய்க் கணக்கிடப்பட்டு விட்டது. மிகவும் சிக்கலான ஒரு வேலை மிகமிக எளிய சாதனங்களைக் கொண்டு செய்து முடிக்கப்பட்டது. மனித அறிவின் சிறப்பையும் சாமர்த்தியத்தையும் நினைத்துத் திரும்பவும் நான் வியந்து கொண்டேன். ஆனால் இது தக்க ஊழியர்களும் வெடிமருந்தும் கிடைக்காத யுத்த ஆண்டுகளில் நடைபெற்ற நிகழ்ச்சி. சாதாரண நிலைமைகளில் புவிபௌதிகவியலாளர்கள் எப்படி வேலை செய்கிறார்கள்?

பாக்ரோவ்ஸ்க்-உரால்ஸ்கிய் நகரின் சுற்றுவட்டாரத்தி லுள்ள இரும்புச் சுரங்கத்தில் வேலை செய்தவர்கள், தம்மை ஓயாது அச்சுறுத்தி வந்த ஓர் அபாயத்தை முடிவாக நீக்கி விடுவதென 1958ல் தீர்மானித்தனர். இந்தச் சுரங்கத்துக்கு மேல் கொலொன்கா ஆறு ஓடிக் கொண்டிருந்தது. ஆற்றின் நீர் சுரங்கத்தினுள் கசிந்து வந்தது. ''ஈரப் பாறை முகப்பு களில்'' வேலை செய்வது சுலபமல்ல. நீர் புக முடியாத விசேஷ வகை உடுப்புகளுங்கூட பயனுள்ளதாயில்லை. ஆகவே கொலொன்கா ஆற்றுக்குப் புதிய வழியை அமைத்து அதனைத் திசை திருப்பிவிட்டு சுரங்கத்தினுள் பாறை முகப்புகளை ''உலரச் செய்து'' விடலாம் என்று சுரங்கத் தொழிலாளர்கள் ஆலோசனை கூறினர்.

மிகப் பல துளைகளைத் துளைத்து வெடிமருந்து வைத்து வெடித்து பாறையை உடைத்தெறிவது இதற்கு அவசிய மென்பதைக் கணக்கீடுகள் காட்டின.

இது போன்ற பேரதிர்ச்சிக்குரிய வெடிப்பு இதற்கு முன்பு சோவியத் யூனியனில் வெடிக்கப்பட்டதில்லை. இத் தகைய விசேஷ நிகழ்ச்சி இயல்பாகவே மிகப் பலரையும்—முக்கியமாய் புவிபௌதிகவியலாளர்கள் பலரையும்—பாக் ரோவ்ஸ்க்-உரால்ஸ்கியில் ஒன்றுதிரளச் செய்தது. வெடிப்புப் பிரதேசம் பூராவும் காப்பு விதிகளுக்கேற்ப சுற்றி வளையமிடப்பட்டது. இந்த வளையத்தை நிறுவுவதற்காக ஸ்வெர்திலோவ்ஸ்க் நகரிலிருந்தும் அதன் சுற்றுவட்டாரங் களிலிருந்தும் காவலர்கள் அனுப்பப்பட்டனர். நான் சென்ற ரயிலில் இக்காவலர்களைவிட பிரயாணிகளின் எண்ணிக்கை குறைவாகவே இருந்திருக்கும்.

வெடிப்பு இடத்திலிருந்து சுமார் மூன்று கிலோமீட்டர் தொலைவிலுள்ள ஒரு குன்று நிபுணர்களும் பார்வையாளர்

களும் இருந்து பார்வையிடுவதற்காக ஒதுக்கப்பட்டிருந்தது. சுரங்க நிபுணர்களும் வெடிப்புக் காப்பு நிபுணர்களும் பாறையிலிருந்து வெடித்தெழும் துண்டு எதுவும் இவ்வளவு தொலைவுக்கு வர முடியாதெனக் கணக்கிட்டிருந்தனர். புகைப்படக்காரர்கள் தமது காமிராக்களை வைத்துக்கொண்டு அங்குமிங்கும் ஓடியவண்ணம் இருந்தனர். நாங்கள் எங்களுடைய காமிராக்களைத் தயார் நிலையில் வைத்துக் கொண்டோம். திரைப்பட ஒளிப்பதிவாளர்களிடம் ஷட்டர் வேகம், துளை விட்டம் இவை குறித்து ஆலோசனை கேட்டுக் கொண்டோம். ஸ்வெர்திலோவ்ஸ்கின் **உரால்ஸ்கிய் ரபோச்சிய்** (யூரல் தொழிலாளி) செய்தி ஏட்டின் நிருபர் பரபரப்படைந்துவிட்டார் என்பது தெரிந்தது. யாவும் நன்கு தெரிய வேண்டுமென்று இறுதியில் அவர் ஒரு மரத்தின்மேல் ஏறிக் கொண்டு விட்டார்.

முடிவில் எச்சரிக்கைச் சங்கு ஒலித்தது. உத்தரவு அளிக்கப்படுவதற்கு இன்னும் சில விநாடிகள்தான் இருந்ததென்பது தெரிந்தது. மார்ச் 25 பிற்பகல் 2 மணிக்கு வெடிப்பு நடத்தப்படுவதாகத் திட்டமிடப்பட்டிருந்தது. எச்சரிக்கை ராக்கெட்டுகளும் உயர்ந்தெழுந்தன. செயலரங்கின் தலைவர் ''சுடுங்கள்!'' என்றார். காற்றைக் கிழித்துக் கொண்டு இடி விழுவது போன்ற அதிர்ச்சி ஏற்பட்டது....

திரைப்படக் காமிராவைக் கொண்டு விநாடிக்கு ஆயிரம் தனிப்படம் வீதம் ஒளிப்பதிவு செய்து ''கால இடையீட்டு லென்ஸ்'' மூலம் வெடிப்பைப் பார்த்தால், வெடிப்பின் அடுத்தடுத்த கட்டங்களைத் தெளிவாகக் காணலாம். இந்த வெடிப்பு 170 மிலிசெகண்டுக்கு (மிலிசெகண்டு என்பது விநாடியில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கு) நீடித்தது. ஒரு மிலிசெகண்டு அவகாசம் விட்டு வெடிகள் வெடிக்க ஏற்பாடு

செய்தால் அருகிலுள்ள கிராமத்தின் வீடுகளைச் சேதமின்றி பாதுகாக்க முடிந்தது.

முதலாவது மிலிசெகண்டில் முதல் குழியின் வெடி வெடிக்கப்பட்டது. இக்குழி வெடிப்புக் கம்பி மூலம் பிற வெடிகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தது. ஆகவே முதல் வெடியைத் தொடர்ந்து பிற வெடிகளும் வெடித்தன. பார்வையாளர்களான எங்களுக்கு எல்லா வெடிகளும் ஒரே அதிர்ச்சியாக ஒன்றிணைந்து கண்கூசும் மின்னலும் காது செவிடுபடும் அதிர்வேட்டுமாகிவிட்டன. வெடிப்பின் அதிர்ச்சி எங்கள் எல்லோரையும் கதி கலங்கச் செய்தது. ஆனல் மறுகணமே பரவசக் கூச்சல் எங்கள் மத்தியிலிருந்து எழுந்தது. குவிமாடத்தின் வடிவில் அமைந்த புகையும் நெருப்பும் பாறைத் துண்டுகளும் அடங்கிய படலம் ஒன்று விண்ணேக்கி எழுந்து 300 அல்லது 400 மீட்டருக்கு உயர்ந்தது. மேலும் மேலும் அது உயர்ந்து எழுந்த வண்ணமிருந்தது. எல்லா வெடிகளிலும் மிகப் பெரியதான 152 டன் வெடியிலிருந்து கிளம்பிய புகை நெடிதுயர்ந்த கோபுரமாக இந்தக் குவிமாடத்தின் மையத்திலே எழுந்து அதற்கு சிகரம் வைத்தாற்போல அமைந்தது. பிறகு இந்தப் புகையும் புழுதியும் சிறிது சிறிதாகத் தணிவுற்றுக் குவிமாட வடிவத்தை இழந்தன. இலேசாக வீசிய காற்று இவற்றைக் கிராமத்தை நோக்கி அடித்துச் சென்றது.

இந்த வெடிப்பைக் கவனித்துக் கொண்டிருந்தது மனித கண்களும் காமிரா லென்ஸ்களும் மட்டுமல்ல. வெடிப்பிடத்திலிருந்து நெடுந்தொலைவுகளில் நிறுவப்பட்டிருந்த நில அதிர்ச்சிப் பதிவு நிலையங்களும் தயார் நிலையில் இருந்தன.

இது போன்ற செயற்கை பூகம்பம் ஒவ்வொன்றும் மிகுந்த முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். ஏனெனில் தக்க

இடங்களில் நில அதிர்ச்சிப் பதிவு நிலையங்களை அமைத்து வெடிப்பிடச் சுற்றுவட்டாரத்திலுள்ள பாறைகளைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்ள வேண்டிய விவரங்களைப் பெற்றுக் கொண்டுவிடலாம். பாக்ரோவ்ஸ்க்-உரால்ஸ்கிய் வெடிப்பு அக்காலத்தில் போதிய அளவு தெரியாதிருந்த யூரல் பிரிவுகளின் புவியியல் அமைப்பைத் தெளிவுபடுத்தத் துணை புரிந்தது. ஆராய்ந்தறியப்படாத பாதாள மண்டலங்களுக்கு நாம் அனுப்பிய குறியலைத் தந்தியாக அமைந்தது இது.

வெடிப்பு அல்லது பூகம்ப மையத்திலிருந்து பரவும் அலைகள் வெவ்வேறு பாறைகளிலும் வெவ்வேறு வேகங்களில் செல்கின்றன. இந்த அலைகள் அவற்றின் பாதையில் திரும்பத் திரும்ப வக்கிரித்தும் எதிரடித்தும் விடப்படுவதால், அலைப் பதிவு முனையை அவை வெவ்வேறு நேரங்களில் வந்தடைகின்றன. அவற்றின் இந்த இயல்பைப் பயன்படுத்திப் புவிபௌதிகவியலாளர்கள் அவ்வலைகள் கடந்து செல்லும் பாறைகள் எவ்வகைப்பட்டவை, அவற்றின் அடுக்குகளுடைய பருமன் என்ன, இப்பாறைகளின் இயல்புகள் என்ன என்ற விவரங்கள் நிர்ணயிக்கிறார்கள்.

வெடிப்பரங்கத் தலைமையிடத்திலிருந்து வானொலி அறிவிப்பு அனுப்பப்பட்டது. நில அதிர்ச்சி அலைவாங்கிகளின் பதிவு அமைப்புகளின் விசை உடனே தட்டிவிடப்பட்டன. இவ்வமைப்புகள் இயங்கத் தொடங்கின. முதன்முதலாய்ப் புறப்பட்ட அலைகள் ஸ்வெர்திலோவ்ஸ்கை வந்தடைய சுமார் ஒரு நிமிடமாயிற்று. பிறகு வக்கிரிப்புக்கும் எதிரடிக்கும் உள்ளான பல்வேறு செறிவுகளையுடைய பிற அலைகள் ''முட்டிமோதிக் கொண்டு'' வந்து சேர்ந்தன. யூரல் மலைத் தொடரிலும் அதன் அடிவாரப் பிரதேசங்களிலும் எட்டு நில அதிர்ச்சிப் பதிவு நிலையங்கள் இதற்கென நிறுவப்பட்

டிருந்தன. இதன்றி சோவியத் நாட்டின் எல்லா நில அதிர்ச்சிப் பதிவு நிலையங்களும் பாக்ரோவ்ஸ்க்-உரால்ஸ்கி யிலிருந்து வந்த அதிர்வுகளைப் பதிவு செய்தன.

வெடிப்பிடத்தில் புகை அடங்குவதற்காகவும், இயங்கத் தவறியிருக்கக் கூடிய வெடிகளைக் காப்புப் பணியினர் தணிக்கை செய்வதற்காகவும் நாங்கள் ஒரு மணி நேரத்துக்கு மேல் காத்திருந்தோம். முடிவில் தடைநீக்க அறிவிப்பு வெளியிடப்பட்டதும், வெடிப்பின் விளைவுகளைப் பார்ப்பதற்காக எல்லோரும் வெடிப்பரங்குக்கு விரைந்தோம். அங்கு நாங்கள் கண்ட காட்சி பிரமிக்கத்தக்கதாய் இருந்தது. ஒவ்வொரு வெடிப்புக் குழியிலிருந்தும் சுமார் 80 மீட்டர் ஆரத்துக்கு இடைப்பட்ட மரங்கள் யாவும் மொட்டையாக் கப்பட்டும் முறித்து விடப்பட்டும் வேரோடு பிய்த்தெறியப் பட்டும் இருந்தன. வெண்பனிமீது பெரும்பெரும் பாறைத் துண்டுகள் விழுந்து கிடந்தன. இவற்றில் சில, நூற்றுக் கணக்கான டன் எடையுள்ளவை. வலிமை வாய்ந்த பாறைகளிலிருந்தும் பார்பைரைட்டுப் பாறைகளிலிருந்தும் [porphyrites] புராதன காலத்தில் இறுகி உறைந்த லாவா விலிருந்தும் பிளந்தெறியப்பட்ட துண்டுகள் இவை. ''எரிமலைக் குண்டுகள்'' கலந்த இந்த லாவா 35 அல்லது 40 கோடி ஆண்டுகளாய் பூமியினுள் அமைதியாக இருந்து வந்தது. இப்பொழுது இந்தக் குண்டுகள் திரும்பவும் விண்ணேக்கி எறியப்பட்டு வெடிப்பு மண்டலத்தைச் சுற்றிலும் விசிறி வடிவத்தில் இறைக்கப்பட்டுக் கிடந்தன.

700 ஆயிரம் கன மீட்டருக்கும் கூடுதலான பாறை பெயர்த்தெடுக்கப்பட்டு நெடுந்தொலைவுக்கு வீசியெறியப் பட்டுவிட்டது. 1,100 மீட்டர் நீளமும் 33 மீட்டர் வரையிலான ஆழமும் 120 மீட்டர் வரையிலான அகலமும் கொண்ட

பெரும் பள்ளம் தோற்றுவிக்கப்பட்டுவிட்டது. கொலொங்கா ஆற்றின் பழைய படுகை அணையிட்டு அடைக்கப் பட்டதும், ஆற்றின் வெள்ளம் இந்தப் பள்ளத்தில்தான் பாய்ந்து திசை திரும்பி ஓடிற்று.

இந்த வெடிப்புக்குப் பிற்பாடு விஞ்ஞானிகளுக்குக் கடுமையான பல வேலைகளும் ஆரம்பமாயின. நில அதிர்ச்சிப் பதிவு நிலையங்கள் பதிவு செய்த விவரங்கள் யாவற்றையும் சேகரித்துக் கவனமாக ஆராய வேண்டியிருந்தது. யூரலில் பூமியின் மேலோட்டினுடைய பருமனை அளந்து கூறுவது பாக்ரோவ்ஸ்க்-உரால்ஸ்கிய், பிரபல கோர்க்கினோ வெடிப்பு களின் விளைவாய்ச் சாத்தியமாயிற்று. இங்கு இது 38 கிலோமீட்டர் பருமனுடையதாகும் என்பதும், முறையே 10, 7, 12, 9 கிலோமீட்டர் பருமன்கள் கொண்ட நான்கு அடுக்குகளாலானது என்பதும் தெரிய வந்தன. நாம் அறி யாத பாதாள மண்டலங்களினுள் அனுப்பப்பட்ட குறியலைத் தந்திகள் மீண்டும் மீண்டும் வக்கிரிப்புக்கும் எதிரடிப்புக்கும் உள்ளாகி, பூமியினுடைய மேலோட்டின் அமைப்பு பற்றிய விளங்காப் புதிர்கள் சிலவற்றுக்கு விடை காண இவ்வாறு நமக்குத் திரும்பவும் துணை புரிந்தன. பூமியின் இயற்கை யான அதிர்ச்சிகளையும் செயற்கை முறையில் உண்டாக்கப் படும் அதிர்ச்சிகளையும் குறித்துப் பதிவு செய்யப்படும் விவரங்கள் பூமியின் மேலோடு என்பதாக நாம் அழைத் திடும் நமது புவிக்கோளப் பகுதியின் பொதுவான அமைப்பு முறையைப் படிப்படியாக நமக்குப் புலப்படுத்தி வரு கின்றன.

''பூமியின் மேலோடு'' என்ற பெயர் அவ்வளவாகப் பொருத்தமானதல்ல என்பது தெரிய வந்துள்ளது. பூமியா னது ஆதியில் உறுகிய பொருளின் நிலையில் இருந்ததென்றும்,

பிறகு அது படிப்படியாகக் குளிர்ந்தபோது ஒரு மேலோட்டினுல் உறையிடப்பட்டதென்றும் பழங்காலத்தில் விஞ்ஞானிகள் கருதியதால் வழக்குக்கு வந்த பெயராகும் இது. இன்று பெரும்பாலான வானியலாளர்களும் புவியியலாளர்களும் வேறுவிதக் கருத்தை வெளியிடுகிருர்கள். ஆனுல் உண்மைக்கு ஒத்துவராத இப்பெயர் விஞ்ஞானத்தில் தொடர்ந்து வழக்கில் இருந்து வருகிறது. தவருயினுங்கூட இவ்வாறு வழக்கிலிருந்து வருவது இது ஒன்று மட்டுமன்று. தோன்றிய காலத்தில் பொருளுடையதாயிருந்து பிற்காலத்தில் பழக்கம் காரணமாய் நிலேத்துவிட்ட பெயர்கள் பலவும் உள்ளன. பூமியின் மேலோடு என்னும் பெயரும் நிலேத்த பெயராகவே இருந்துவிட்டுப் போகட்டும். புவிக்கோளத்தின் இப்பகுதிக்கு ஏதேனும் ஒரு பெயர் வேண்டுமே!

அனேகமாய் எல்லாக் கண்டங்களிலும் பூமி மேலோடு 40, 50, அல்லது 60 கிலோமீட்டர் பருமனுடையது என்பதை எண்ணற்ற சோதனேகள் நிலேநாட்டியிருக்கின்றன.

சமநிலேத் தத்துவம் [isostasy theory] என்பதன் ஆதரவாளர்கள் கண்டங்கள் எல்லாம் ஒப்பளவில் இலேசான பாறைகளாலானவை என்றும், கனமுள்ள பாறைகள் பெருங்கடல்களின் அடித்தரையாக அமைந்துள்ளன என்றும் கூறுகிருர்கள். குறிப்பிட்டதொரு நிறைச் சமனீடு செயல்படுவதால், இலேசான பகுதிகள் காலப்போக்கில் மேல்நோக்கி எழுந்து வருகின்றன. பிறகு அவை மேற்பரப்பு மண்டலங்களில் சிதைவுறுகின்றன. சிதைந்த பொருள்கள் பெருங்கடல்களின் குழிவுகளுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு கனமான பாறைகளது மண்டலங்கள்மீது விடப்படுகின்றன. பெருங்கடலின் அடித்தரை மேலும் மேலும் ஆழமாய்ப் பூமியின் உள்ளடுக்கினுள் இறங்கிச் செல்கிறது. இலேசான

நிறைகளும் பளுவான நிறைகளும் இவ்வாறு சமன்படுவதற்கான இந்தச் செயற்பாட்டினுலானதுதான் பூமி மேலோட்டின் வாழ்க்கை என்பதாகச் சமநிலேக் கருதுகோளின் ஆதரவாளர்கள் கூறுகிருர்கள்.

ஆனுல் யாவும் இந்தக் கருதுகோளின் ஆதரவாளர்கள் கூறுவது போல நடைபெறுமானுல், கண்டங்கள் முடிவின்றி தொடர்ந்து உயர்ந்து கொண்டே இருக்க வேண்டும். அவை சிதைவுற்று, பூமியின் உள்ளடுக்காயுள்ள பாறைகளின் தொகுப்பு மேலே உயர்ந்து மேற்பரப்பிலே தலேகாட்ட வேண்டும். ஆகவே இக்கருதுகோளின் தகுதிப்பாடு ஓரளவு ஐயத்துக்குரியதாகவே இருக்கிறது. கண்டங்களில் பூமியின் மேலோடு ஒரே பாறையால் ஆனதல்ல; பல அடுக்குகளாய்த் துண்டாடப்பட்டிருக்கிறது. மேல்மட்டத்து அடுக்கானது, கடலடியிலோ, துண்டுத்துகள்களாலான பொருள்கள் கண்டப் பரப்புகளில் ஒன்றுதிரண்ட நிலேமைகளிலோ உருவான வண்டற்படிவுகளாலானதாகும். இந்த வண்டற்படிவு அடுக்கின் பருமன் இடத்துக்கு இடம் மாறுபடுகிறது. சோவியத் யூனியனது ஐரோப்பியப் பகுதியில் இதன் பருமன் மூன்று கிலோமீட்டர் வரையில் உள்ளது. சராசரியாக, அல்லது மிகப் பெரும் பரப்பில், இதன் பருமன் சுமார் ஒன்றரை கிலோமீட்டராகும். ஆனுல் இது படிப்படியாகப் பருமன் குறைந்து முற்றிலும் மறைந்துவிடும் இடங்களும் சில உண்டு.

ஆகவே இரண்டாவது அடுக்கைச் சேர்ந்த மேலும் அடர்த்தியான பாறைகள் மேற்பரப்புக்கு வந்துவிடுகின்றன. பெரும்பாலும் இவை பிரதானமாய் கருங்கல்லால் ஆனவை. எனவே இந்த இரண்டாவது அடுக்கு கருங்கல் அடுக்கென அழைக்கப்படுகிறது.

யூரலிலும் கோலாத் தீபகற்பத்திலும் கரேலியாவிலும் கருங்கல் அடுக்கு மேற்பரப்பை மிகவும் நெருங்கி வந்து விடுகிறது. உக்ரேனியாவில் கணிசமான பரப்புகளில் இதனைக் காணமுடிகிறது. சோவியத் யூனியனது ஐரோப்பியப் பகுதி முழுவதிலும் ஆழமாய்த் துளைக்கப்பட்ட துளைகள் மூலம் வண்டற்படிவுப் பாறைகளுக்கு அடியில் இவ்வடுக்கு இருப்பது புலனாகியுள்ளது.

இன்னும் ஆழமான மட்டத்தில் பூமி மேலோட்டின் அடிப் பகுதியில் மேலும் அடர்த்தியான பாறைகள் உள்ளன. இவற்றின் மூலம் நில அதிர்ச்சி அலைகள் செல்லும் வேகத் தைக் கொண்டு பார்க்கையில், இவை காரப் பாறைகள் அல்லது தீக்கல் பாறைகளைப் பெரிதும் ஒத்திருக்கின்றன. கருங்கல் அடுக்குக்கு அடியில் தீக்கல் அடுக்குகள் உள்ளன என்பது விஞ்ஞான நூல்களில் பொதுவாக ஒத்துக் கொள்ளப் பட்டிருக்கிறது.

வண்டற்படிவுப் பாறைகளுக்கும் கருங்கல் பாறைகளுக் கும் இடையிலுள்ள எல்லை, எக்காரணத்தாலோ தெரிய வில்லை, பெயர் சூட்டப்படாமலே இருந்து வருகிறது. கருங் கல் அடுக்குக்கும் தீக்கல் அடுக்குக்கும் இடைப்பட்ட இரண் டாவது எல்லையைப் பொறுத்தவரை, அதனை விளக்கமாய் விவரித்த ஜெர்மன் விஞ்ஞானியின் பெயரில் கான்ரட் இடை யீடு என்பதாகவே அது வழக்கமாய் அழைக்கப்படுகிறது. பூமியின் மேலோட்டை நமது கோளின் அடியாழ அடுக்கு களிலிருந்து பிரித்திடும் தீக்கல் அடுக்கின் அடியெல்லை யானது புகழ் வாய்ந்த யுகோஸ்லாவிய விஞ்ஞானியின் பெயரில் ''மோகரோவிச்சிச் இடையீடு'' அல்லது சுருக்கமாய் ''மோகோ இடையீடு'' என்றழைக்கப்படுகிறது.

''மோகோ இடையீட்''டுக்கு அடியில் நில அதிர்ச்சி

அலைகள் பூமியின் ஆழ்மட்டங்களினுள் மிகவும் கூடுதலான வேகங்களில் பாய்ந்தோடுகின்றன.

பூமி மேலோட்டின் மூன்று அடுக்குகளையும் பிரித்திடும் இந்த மூன்று இடையீடுகளும் எங்கும் எல்லாக் கண்டங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

பெருங்கடலின் அடித்தரை மண்டலங்களில், குறிப்பாய் பசிபிக் அல்லது அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் சில பகுதிகளில் கணிசமான பரப்பில் பூமி மேலோட்டின் பருமன் குறிப்பிடத்தக்க அளவு குறைந்துவிடுகிறது. பசிபிக் பெருங்கடலின் சில பகுதிகளில் பூமி மேலோட்டின் பருமன் ஐந்து அல்லது ஆறு கிலோமீட்டர்தான் இருக்கிறது. பருத்த நீரடுக்கால் அது மூடப்பட்டிருக்கிறது. இங்கு வண்டற்படிவு அடுக்கு மிகமிக மெல்லியதாகிவிடுகிறது; சில இடங்களில் சில பத்து மீட்டர் கனத்துக்கு மேலிருப்பதில்லை. தவிரவும் இங்கு கருங்கல் அடுக்கு இல்லவே இல்லை. நேரடியாக தீக்கல் அடுக்கு ஆரம்பித்துவிடுகிறது.

பூமியின் மேற்பரப்பில் நமக்குத் தெரிந்த பாறைகளுடன் ஒப்புமை செய்வதன் மூலம், தீக்கல் அடுக்குக்கு அடியில் பெரிடோட்டைட் அடுக்கு [peridotite layer] ஒன்று இருப்பது நிர்ணயிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இது பூமியின் உள்ளடுக்கு மண்டலத்துக்கு உரியதாகும். பெரிடோட்டைட் குறைந்த பட்ச சிலிக்கன் உள்ளடக்கம் கொண்ட மிகவும் அடர்த்தியான மிகவும் பளுவான மீக்காரப் பாறையாகும். நில அதிர்ச்சி அலைகளின் வேகம் இதில் வெகுவாய் அதிகரித்துவிடுகிறது.

இவ்வாருக, கண்டங்களுக்கு அடியில் 40-60 கிலோமீட்டர் ஆழத்திலும், பெருங்கடல்களின் அடிமட்டத்துக்கு அடியில் 5-10 கிலோமீட்டர் ஆழத்திலும் அந்த விந்தைப்

பொருள் அமைந்திருக்கிறது. நெருப்புத் திரவக் குழம்பு களிலிருந்து பிறந்த எல்லாப் பாறைகளுக்கும் மூதாதையான பிரிடோட்டைட் மீக்கார மேக்மாவுடன் இந்த விந்தைப் பொருளை ஒப்பிட பலரும் முயற்சிக்கின்றனர்.

பெரிடோட்டைட்டுடன் செய்யப்படும் இந்த ஒப்புமை நேர்ப்பொருளில் மட்டுமின்றி உவம உருவகப் பொருளிலும் மிகவும் மேம்போக்கான ஒப்புமையாக இருந்தாலும் இருக் கலாம். இந்த விந்தைப் பொருளில் அலை செல்வதின் வேகத் தைத் தவிர இப்பொருளைப் பற்றி வேறு எதுவுமே நமக்குத் தெரியாது. இந்த வேகம் எங்கும், புவிக்கோளத்தின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் அதிகமாகிவிடுகிறது.

சில காலத்துக்கு முன்பு தென் அமெரிக்காவின் தென் பகுதியில் மிகக் கொடியதோர் உற்பாதம் நிகழ்ந்தது. சிலி நாட்டின் மக்கள் பயங்கர விபத்துக்கு இலக்காயினர். 1960 மே மாதத்தில் கடும் பூகம்பம் நாட்டை ஆட்டிக் குலுக்கிற்று. நான்கே நாட்களில் நான்கு ஆயிரத்துக்கு மேற்பட்டோர் கொல்லப்பட்டனர் அல்லது மறைந்துவிட்டனர்; இருபது லட்சத்துக்கு அதிகமானோர் வீடுகளை இழந்தனர்.

முதலாவது நாசகர அதிர்ச்சி 1960 மே 21ல் ஏற்பட்டது. இதைத் தொடர்ந்து வரிசையாக மேலும் கடுமையான அதிர்ச்சிகள் பலவீன அதிர்ச்சிகளை அடுத்தடுத்து வந்தன.

சிவப்பிந்தியக் குடிகள் வாழும் தெமுக்கோப் பிரதேசத் தில் மலைகளில் அந்நாட்கள் பூராவிலும் முரசங்கள் பீதி மிக்க ஒலி எழுப்பிக் கொண்டிருந்தன. இப்பகுதி மக்கள் அவர்களுடைய தெய்வங்களைக் கருணை காட்டும்படி பிரார்த் தனை செய்துகொண்டிருந்தனர். ஆனால் தெய்வங்கள் மௌன மாகவே இருந்தன. முரசங்களுடைய ஒலியை மூழ்க்க டிக்கும்படி காது செவிடுபட தரைக்கடியிலிருந்து பலத்த

உறுமல் எழுந்தது. அதைத் தொடர்ந்து ஏககாலத்தில் பல இடங்களிலிருந்தும் காளான் வடிவில் புகையும் சாம்பலும் விண்நோக்கிப் பீறிட்டுக் கிளம்பின. ஒரே நேரத்தில் 14 எரிமலைகள் வெடித்தெழுந்தன.

இதனுடன்கூடவே கடலோர மண்டலத்தில் தரைக்கடியில் ஏற்பட்ட அதிர்ச்சிகளின் விளைவாய்ப் பிரம்மாண்டக் கடல் அலைகள் கிளர்ந்தெழுந்தன. புயேர்ட்டோ சாவேதிரா நகர் பூராவும் ஒரு நிமிட நேரத்துக்குள் மறைந்து விட்டது. கடலின் பேரலை ஒன்று அப்படியே அதைத் துடைத்தெடுத்துச் சென்றுவிட்டது.

கடல் அலைகளுடைய நாசச் செயல் சிலி பிரதேசத்துடன் நின்றுவிடவில்லை. மணிக்கு 650-700 கிலோமீட்டருக்கு அதிகமான வேகத்தில் இவ்வலைகள் பசிபிக் பெருங்கடலைக் கிழித்துக் கொண்டு அதன் முழு அகலத்தையும் கடந்து சென்றன. ஏறத்தாழ 15 ஆயிரம் கிலோமீட்டர் தொலைவைக் கடந்து, மறுநாளன்று இவை தொலைக்கிழக்கின் கரைமீது மோதின. இங்கு இவை ஐப்பானிய மக்களுக்கு விவரிக்கவொண்ணுத பெருவிபத்தை உண்டாக்கின. பத்து மீட்டருக்கும் உயரமான பைசாச அலைகள் கடலோர மண்டலத்தில் இருந்தவை யாவற்றையும் அழித்தொழித்தன. ஐப்பானிய நகர்கள், கிராமங்கள் பலவற்றிலுமிருந்து அபாய அறிவிப்புகளும் கொடுந்துயரச் செய்திகளும் வரத் தொடங்கின.

சோவியத் யூனியனது கடலோரப் பிரதேசங்களிலும் கிழக்கு ஆசியாவின் பிற பகுதிகளைச் சேர்ந்த குடியேற்ற இடங்களிலும் நகர்களிலும் பெருஞ்சேதம் ஏற்படவில்லை. எச்சரிக்கை ஏற்பாட்டுத் துறையினர் தக்க காலத்திலேயே செயல்பட்டு, கடலோரப் பகுதிகளின் மக்கள் அனைவருக்கும் வருகிற அபாயத்தை அறிவித்துவிட்டனர். எல்லோரும் இப்

பகுதிகளிலிருந்து காலத்திலேயே வெளியேறிவிட முடிந்தது. யாவற்றையும் தகர்த்துவிடும் பெரும்பலம் படைத்த பிரம்மாண்ட அலை ஒன்று — அதாவது சூனமி [tsunami] ஒன்று — வருகிறது என்பதை எச்சரிக்கை ஏற்பாட்டுத் துறையினர் கண்டு கொண்டனர். கடந்த நூறு ஆண்டுகளில் இதையொத்த சுமார் 350 அலைகள் பசிபிக் பெருங்கடலின் குறுக்கே வீசியிருக்கின்றன. கடலின் அடித்தரையில் ஏற்படும் பெரும் அதிர்ச்சியாலேயே இவ்வலைகள் கிளர்ந்தெழுகின்றன. சூனமியை எதிர்த்துப் போராடி அதனைத் தடுக்க முடியாவிட்டாலும், இது போன்ற பெருவிபத்துக்களின்போது நிகழும் அனாவசியமான அர்த்தமற்ற கொடுஞ்சேதங்களைத் தவிர்ப்பதற்கு மக்கள் காலப்போக்கில் கற்றுக் கொண்டுவிட்டனர். சோவியத் விஞ்ஞானிகள் சூனமி அட்லாஸ் ஒன்றைத் தொகுத்திருக்கிறார்கள். இதைக் கொண்டு இந்த அலையின் வேகம், உயரம், நாசச் சக்தி ஆகியவற்றை நொடிப் பொழுதில் கணக்கிட்டுத் தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது.

ஆனால் சிலியில் ஏற்பட்ட உற்பாதம் தொடர்ந்து படுநாசம் விளைவித்துச் சென்றது. வல்திவியா, கன்செப்ஸியான், மற்றும் பல ஊர்கள் அடங்கிய பெரும் பிரதேசங்கள் தரைமட்டமாக்கப்பட்டுவிட்டன.

எல் மெர்க்குரியோ என்ற பத்திரிகையின் நிருபர் இந்த விபத்தின்போது பூகம்பங்களும் எரிமலைகளும் நாசமாக்கிய மண்டலத்தின்மீது தாம் விமானத்தில் சென்று பார்வையிட்ட காட்சியைக் கீழ்க்கண்டவாறு விவரித்தார். புன்தகுடா சிகரத்துக்கு அருகே நெருப்பின் சென்னிறக் கோடுகள் தெரிந்த பிரம்மாண்டமான சாம்பல் நிற மேகம் ஒன்றை அவர் கண்ணுற்றார். அது மிகப் பெரியதோர் புயல்

மேகத்தைப் போலிருந்தது. ஆனால் பார்வையாளர்கள் அதன் அருகே சென்றதும் ஒரு புதிய எரிமலை தம் கண்ணெதிரே பிறந்திடுகிறது என்பதை உணர்ந்தனர். பல எரிமலைகளின் வாய்களிலிருந்து கக்கப்பட்ட சாம்பலும் புகையுமே தான் இந்த மேகம் என்பது தெரிந்தது. இந்த எரிமலைகளில் சில, வெந்நீர் ஊற்றுக்களின் கொதிக்கும் நீரிலிருந்து எழுந்த ஆவியால் மூடப்பட்டிருந்தன. அவ்வப்பொழுது விமானத்தின் இறக்கைக்கு அடியில் சக்திமிக்க மின் வெளியேற்றங்கள் மேகங்களையும் காற்றையும் கிழித்துச் சென்றதைக் கண்டனர். விபத்து மேலும் மேலும் கடுமையாகிச் சென்றது.

இந்த அதிர்ச்சிகளின்போது நாட்டின் பல பகுதிகளின் நிலத்தோற்றமே அடியோடு மாறிவிட்டது. பல தீவுகள் மறைந்துவிட்டன; புதிய மேடுகளும் உயரங்களும் தோன்றிவிட்டன. அதிர்ச்சிகளின் தாக்கும் சக்தி கற்பனைக்கு மீறிய அபார அளவை எட்டியது. இதே ஆற்றலை உண்டாக்க வேண்டுமெனில் திநேப்பர் நீர்மின் நிலையம் தொடர்ந்து 150 ஆண்டுகளுக்கு நிற்காமலே இயங்க வேண்டியிருக்குமெனக் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. சில காலத்துக்கு முன்பெல்லாம் இந்நிலையம் ஐரோப்பாவின் மிகப் பெரிய நீர்மின் நிலையமாய் விளங்கிற்று. இந்த அபார சக்தி அனைத்தும் இப்பொழுது இங்கு ஒரே கணத்தில் வெளியிடப்பட்டது!

இந்த மாபெரும் சக்தி வெடித்ததனால் புவிக்கோளம் அனைத்துமே ஆட்டிக்குலுக்கப்பட்டதில் வியப்பில்லை. பூகம்பக் குறியதிர்வுகள் நிலத்திலும் கடலிலும் மட்டுமின்றி பூமியின் அடியாழங்களினுள்ளும் சென்றன. இவை பூமியின் உள்ளடுக்கையும் நடுப்பகுதியையும் துளைத்துச் சென்று திரும்பவும் புவிக்கோளின் மேற்பரப்பை வந்தடைய

லாயின. இவ்வாறு வந்தவற்றை உலகின் மிகப் பல நிலையங்களும் பதிவு செய்து கொண்டன.

பூகம்பம் ஆரம்பித்த நாளான 1960 மே 21ல் ஏற்பட்ட அதிர்ச்சிகளையும் நில நடுக்கங்களையும் மாஸ்கோவிலுள்ள நிலையம்கூட பதிவு செய்தது. இந்தக் குறியதிர்வுகள் மாஸ்கோ வந்துசேர 16 நிமிடங்கள் ஆயின. முதலாவது அதிர்ச்சி தெரிந்த கணம் முதலாய் உலகின் ஏனைய நிலையங்களைப் போலவே மாஸ்கோ நிலையமும் சிலியின் உற்பாதத்தை மிகவும் கவனமாய்க் குறித்துக் கொண்டு வந்தது. மிகவும் கடுமையான அதிர்ச்சிகளுக்குரிய தருணத்தில் மாஸ்கோவில் தரை ஒன்றரை மிலிமீட்டர்வரை ஆடியதிர்ந்தது. பயங்கரமான பூகம்பத்தின் குறியாகும் இது.

உலகிலுள்ள நில அதிர்ச்சிப் பதிவு நிலையங்கள் ஒவ்வொரு ஆண்டிலும் வெவ்வேறு வன்மையும் கொண்ட ஒரு லட்சத்துக்கு அதிகமான பூகம்பங்களைப் பதிவு செய்கின்றன. பூகம்பங்களுடைய வன்மையை மதிப்பிடுவதற்காக நில அதிர்ச்சி ஆய்வாளர்கள் பன்னிரண்டுபடிவ அளவை முறை ஒன்றை வகுத்திருக்கிறார்கள். இந்தப் பன்னிரண்டு படிவ அளவையைப் பல்வேறு தொகுதிகளாகப் பிரித்திடலாம்.

முதற் தொகுதி முதல் மூன்று படிவங்களையும் கொண்டது. இவை பலவீன அல்லது புலனுணர்வுக்கு எட்டாத நில நடுக்கங்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் குறியதிர்வுகளைச் சில பிராணிகள் எளிதில் உணர்ந்து கொண்டுவிடுகின்றன. உதாரணமாய்ப் பூனைகளுக்கு உடனே மயிர் சிலிர்த்துவிடுகிறது. பெரும்பாலான வீட்டுப் பிராணிகள் அமைதியிழந்துவிடுகின்றன. பறவைகள் பூகம்ப இடத்திலிருந்து பறந்தோடிவிடுகின்றன.

நரம்புக் கோளாறுடையோர் பலரும் இரண்டாவது,

மூன்ருவது படிவ நில நடுக்கங்களை உணர்ந்து கொண்டு விடுகிருர்கள் என்பதை இச்சந்தர்ப்பத்தில் குறிப்பிட வேண்டும். முன்பு நான் சிகிச்சைக்காகத் தங்க நேர்ந்த கிரீமிய நரம்பு நல விடுதி ஒன்றில் ஒரு விபரீத நிகழ்ச்சியைக் கண்டேன். திடீரென ஓர் இரவு மூன்ரும் படிவ பூகம்பம் ஏற்பட்டுவிட்டது. என்ருலும் மற்றும் அங்கு இருந்த சிகிச்சையாளர்களாலும் இதனை உணர முடியவில்லை. டாக்டர்களும் பிற மருத்துவ ஊழியர்களும் மட்டும்தான் வெளியே ஓடினர்கள். அந்த உடல்நல விடுதியில் அதிக அளவு நரம்புக் கோளாறுடையோர் அவர்கள்தான் என்பது புலப்படலாயிற்று!

நான்காவது, ஐந்தாவது, ஆருவது படிவங்களைச் சேர்ந்த நடுத்தர பூகம்பங்கள் இரண்டாம் தொகுதிக்குரியனவாகும். இந்த அதிர்ச்சிகளை எல்லோராலும் உணர முடியும். 1914ல் எக்கத்தெரின்பர்கிலும் (இப்பொழுது இதன் பெயர் ஸ்வெர்திலோவ்ஸ்க்) செலியாபின்ஸ்கிலும் பெர்மிலும் ஏற்பட்ட நிலநடுக்கத்தை இதற்கு ஓர் உதாரணமாய்க் கூறலாம். அந்தப் பூகம்பத்தின் வன்மை ஆரும் படிவம்வரை இருந்தது. சுவர்களில் தொங்கிய பொருள்கள் எப்படி நகர்ந்தன, சரவிளக்குகளும் பிறவும் எப்படி ஆடின என்பது ஸ்வெர்திலோவ்ஸ்க் நகரவாசிகளில் பலருக்கு இன்னமும் நினைவில் இருக்கிறது. சில வீடுகளில் வெடிப்புகள் உண்டாகிவிட்டன. பெர்வொவுரால்ஸ்கில் (அக்காலத்தில் அங்கு ஒரு சிறு ஆலைக் குடியேற்றம்தான் இருந்தது; இன்று ஒரு நகரே இருக்கக் காண்கிருேம்) ஆலையின் புகைபோக்கி விழுந்துவிட்டது. உயிர்ச் சேதம் ஏற்படவில்லை என்ருலும், இப்பகுதிகளுக்கு அசாதாரணமான இந்நிகழ்ச்சி மறக்க முடியாத ஓர் அனுபவமாக இருந்தது.

மூன்ருவது தொகுதியில் ஏழாவது, எட்டாவது, ஒன்பதாவது படிவப் பூகம்பங்கள் அடங்கியுள்ளன. விஞ்ஞானிகள் இப்பூகம்பங்களைச் சேதம் விளைவிக்கத்தக்கனவாகவும் நாசகரமானவையாகவும்கூடக் கருதுகின்றனர். இவற்ருல் பெருஞ் சேதங்கள் உண்டாகின்றன. உயரமான கட்டடங்கள் இடிந்து விழுந்துவிடுகின்றன. சில சமயங்களில் தரை பிளந்துவிடுவதும் உண்டு. உயிர்ச் சேதம் அடிக்கடி ஏற்படுகிறது.

அல்பேனிய நகரான கோர்ச்சாவில் 1960ல் நான் இத்தகைய எட்டாம் படிவ பூகம்பத்தால் ஏற்படக்கூடிய விளைவுகளை நேரில் கண்ணுற்றேன். தரைக்கடியில் ஏற்பட்ட அதிர்ச்சிகளின்போது பண்டையப் பள்ளிவாசல் ஒன்றின் கோபுரம் விழுந்துவிட்டது; பல கட்டடங்கள் சின்னுபின்னமாயின. கடுமையான அதிர்ச்சிக்கு முன்னதாகப் பலவீனமானவை பலவும் ஏற்பட்டதால்தான், உயிர்ச் சேதத்தைத் தவிர்த்துக் கொள்ள முடிந்தது. மக்கள் கடுமையான அதிர்ச்சி ஆரம்பமாகும் முன்பே நகரைவிட்டு வெளியேறிவிட்டனர். பாதாள அதிர்ச்சிகள் நிற்கும்வரை காபந்தான இடங்களில் இருந்தனர்.

பத்தாவது, பதினென்ருவது, பன்னிரண்டாவது படிவ நடுக்கங்களுக்குரிய கடைசித் தொகுதி பூகம்பங்கள் படுபயங்கரமானவையாகும். பத்து முதல் பதினென்று வரையிலான படிவத்துக்குரிய சிலி பூகம்பமானது இத்தொகுதியையே சேர்ந்தது. 1948ல் அஷ்காபாத் நகரை அடியோடு தகர்த்திட்ட பூகம்பம் இத்தொகுதியைச் சேர்ந்த மற்ருென்ருகும். நிலநடுக்கத்தைத் தாக்குப்பிடிக்க வல்ல தனிவகை அமைப்புடைய மூன்று கட்டடங்கள் மட்டும்தான் சேதமின்றி தப்பின. இத்தகைய கட்டடங்கள் நாசகரமான அல்லது படுபயங்கரமான பூகம்பங்கள் ஏற்படக் கூடிய

இடங்களில் கட்டப்படுகின்றன. தனிவகை அமைப்புத் திட்டமுடைய உறுதியூட்டப் பெற்ற கான்கிரீட் கட்டடங்கள் அவை. இக்கட்டடங்களுக்கு ஒரே கல்லாலான பாறை அடித்தளமாக அமைந்திருக்க வேண்டும். ஒரு பகுதி பாறை மீதும், மற்றொரு பகுதி சாதாரண தரைமீதும் நிற்கும் கட்டடங்கள்தான் யாவற்றுக்கும் முதலில் தகர்ந்து விழுகின்றன. நிலநடுக்கத்தைத் தாக்குப்பிடிக்கக்கூடிய கட்டடங்கள் வளைந்துகொடுக்கவல்ல குழாய்களால் தண்ணீர், மின்சார மெயின்களுடன் இணைக்கப்படுகின்றன. ஏனெனில் கடுமையான நிலநடுக்கங்களின்போது பூமி பிளந்து திரும்பவும் மூடிக்கொள்வதால், கெட்டியான மின்சாரக் கம்பிகள் பிய்ந்து தீ பிடிக்க ஏதுவாகிவிடுகிறது. இதுபோன்ற சந்தர்ப்பங்களில் தண்ணீர் வழங்கு அமைப்பு சிதைந்துவிடுவதால் இத்தீக்களை அணைப்பது கடினமாகவும், அசாத்தியமாகவும்கூட ஆகிவிடுகிறது. 1923ஆம் ஆண்டின் பிரபல டோக்கியோ பூகம்பத்தின்போது நிலநடுக்கங்களிலிருந்தும் வாய் பிளந்த வெடிப்புகளிலிருந்தும் தப்பியோர், பூகம்பத்தைத் தொடர்ந்து நான்கு நாட்களுக்கு ஓயாது மூண்டு வந்த தீயிலே மடிய நேர்ந்தது. இதனால் இப்பூகம்பத்தின் பயங்கரம் மேலும் பன்மடங்கு உக்கிரமாகிவிட்டது.

வரப்போகிற பூகம்பங்களைப் பற்றி மக்களுக்கு முன்கூட்டியே அறிவிக்க வல்ல எச்சரிக்கை ஏற்பாட்டை நிறுவ விஞ்ஞானிகள் பல காலமாய் முயற்சி செய்து வருகிறார்கள். அபாய மண்டலங்களில் வாழும் மக்களுக்கு இது எத்தனை பெரிய சேவையாக அமையும்! இந்த உற்பாதங்களின் கொடுமைகளைக் குறைக்க எவ்வளவு பெரிய உதவியாக இருக்கும்!

இதைச் செய்வதற்கு பூமி நமக்கு அனுப்பும் குறிச் செய்திகளைப் புரிந்து கொள்வதும், எளியனவாய்த் தோன் றும் பின்வரும் மூன்று கேள்விகளுக்கு விடையளிப்பதும் அவசியமாகும்: பூகம்பம் நிகழக்கூடியது எவ்விடத்தில்? எப் பொழுது? அதன் வன்மை எவ்வளவாய் இருக்கும்? முதற் கேள்விக்கும் மூன்ரும் கேள்விக்கும் விடை காண்பது கடின மல்ல. நில அதிர்ச்சிப் பதிவு நிலையங்கள் பூமியின் எல்லா நடுக்கங்களையும் கவனமாய்ப் பதிவு செய்து கொண்டிருக் கின்றன. சோவியத் யூனியனில் இத்தகைய நிலையங்கள் மாஸ்கோவிலும், ஸ்வெர்திலோவ்ஸ்கிலும், யாக்கூத்தியா விலும் பிரான்ஸ்-ஜோசப் லாண்டிலும், பெத்ரொப்பாவ் லவ்ஸ்க்-கம்ச்சாத்ஸ்கியிலும், அஷ்காபாதிலும், மற்றும் பல இடங்களிலும் நிறுவப்பட்டிருக்கின்றன. இதுவரை பூகம் பங்கள் ஏற்பட்டுள்ள எல்லா மண்டலங்களையும் நிபுணர் கள் பூகோளப் படங்களில் குறித்துக் கொள்கிருர்கள். படங்களில் குறிக்கப்படும் குறிகள் தரைக்கடியில் ஏற்படும் அதிர்ச்சிகளின் வலுவையும் சுட்டிக்காட்டுகின்றன. படு பயங்கரமான பூகம்பங்களுக்குரிய பிரதேசங்கள் எவை, நாசகரமான பூகம்பகங்களுக்குரிய பிரதேசங்கள் எவை, நடுத்தர பூகம்பங்களுக்குரிய பிரதேசங்கள் எவை என்பதை இப்படங்களைக் கொண்டு குறிப்பிட்டுக் காட்டிவிட முடிகிறது.

எடுத்துக்காட்டாய்ப் படுபயங்கர பூகம்பங்கள் சோவியத் மத்திய ஆசியாவிலும் இதற்கு அருகிலுள்ள ஈரான், ஈராக் பிரதேசங்களிலும் ஏற்படக்கூடும் என்பது நமக்குத் தெரியும். இது போன்ற பூகம்பங்கள் மங்கோலியாவையும், பைக்கால் ஏரியையும் அதற்குக் கிழக்கிலுள்ள பிராந்தியங் களையும் அச்சுறுத்துகின்றன. கிழக்கு ஆசியாவிலும் பொது வாகப் பசிபிக் கரையிலும் படுபயங்கர பூகம்பங்கள் பலவும்

ஏற்படுகின்றன. இம்மண்டலங்கள் யாவற்றிலும் இந்தப் பெருவிபத்துகளால் ஏற்படக்கூடிய நாசகர விளைவுகளைத் தடுப்பதற்குத் தக்க நடவடிக்கைகள் எடுக்கப்படுவது அவசியமாகும். நில அதிர்ச்சிகளைத் தாக்குப்பிடிக்க வல்ல மின்சாரக் கம்பி, தண்ணீர்க் குழாய் வழிகளும், நில அதிர்ச்சியைத் தாங்கிக் கொள்ளும்படியான கட்டடங்களும் இங்கு கட்டப்படுகின்றன; மக்களை வெளியிடங்களுக்கு அப்புறப்படுத்துவதற்குப் போக்குவரத்து வசதிகள் தயார் நிலையில் வைத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.

எப்பொழுது பூகம்பம் ஏற்படும் என்னும் கேள்விக்கு விடை கூறுவது மிகவும் கடினம். ஆனால் பூமியின் குறியறிவிப்புகளை மேலும் முழுமையாகப் புரிந்து கொள்வதற்கு விஞ்ஞானிகள் தெரிந்து கொண்டதும், பூகம்பத்துக்குச் சில மணிகள் முன்னதாகக் காந்தப் புலனிலும் பூமி மேற்பரப்பின் சாய்விலும் பெரிய மாற்றங்கள் ஏற்படுவது புலனாயின. அபாய மண்டலங்களில் சாய்வு அளவுமானிகளை அமைத்தால், இக்கருவிகளைக் கவனித்து சில மணி நேரம் முன் கூட்டியே பூகம்பங்களைப்பற்றி அறிவித்துவிடலாம். ஆகவே காப்பு நடவடிக்கைகளை எடுப்பது சாத்தியமாகிவிடும். சாய்வு அளவுமானிகளைத் தானியங்கி அறிவிப்பு ஏற்பாட்டுடன் இணைத்துவிட்டோமானால், வரப்போகிற விபத்தைப்பற்றி விரைவாகவும் தவறுமலும் எச்சரிக்கை செய்துவிடலாம்.

ஆனால் அடியாழங்களிலிருந்து வரும் இந்தக் குறியறிவிப்புகளைப் புரிந்து கொள்வது எப்படி?

மத்திய யூரலில் ஸ்வெர்திலோவ்ஸ்கின் அருகில் ஒத்த அமைப்புடைய பாறைகளாலான பெரிய மலை ஒன்று நில அதிர்ச்சிப் பதிவு நிலையத்துக்கு ஏற்ற இடமாகத் தெரிந்தெடுக்கப்பட்டது. ஆழமான நிலவறையில் பல்வேறு

கோணங்களில் நில அதிர்ச்சிப் பதிவுக் கருவிகள் பொருத்தப் பட்டுள்ளன. இவை பூமியின் வாழ்வினது சந்தங்களை இடையருது கேட்டுக் குறித்துக் கொள்கின்றன.

பதிவுக் கருவியின் முள் மெள்ள உயர்ந்தும் தாழ்ந்தும் பல்வேறு வீச்சுகளைக் கொண்ட வளைகோடுகளைச் சுழலும் உருளையில் வரைகிறது. திடீரெனக் காகிதச் சுருளில் கூர் மையான உயர் சிகரம் ஒன்று வரையப்படுகிறது; இதைத் தொடர்ந்து மற்றொன்றும் வரையப்படுகிறது.... வளைகோடு களின் வீச்சு ஓர் உச்ச வரம்பை எட்டுகிறது. உடனே பதிவு நிலையத்தில் எச்சரிக்கை மணிகள் ஒலிக்கின்றன; சிவப்பு விளக்குகள் எரியத் தொடங்குகின்றன. பிலிப்பைன் தீவுகளிலோ, ஹவாய்த் தீவுகளிலோ, அன்டார்க்டிக்கா விலோ பூகம்பம் ஏற்பட்டு பூமி பிளந்து கொண்டிருக்கிறது என்பதே இதன் பொருள்.

நில அதிர்ச்சிப் பதிவுக் கருவிகளின் இயக்கத்தைக் கவனமாய்ப் பார்த்துக் கொண்டிருக்கும் ஆய்வாளர் நில அதிர்ச்சி அலைகளின் படுகோணத்தை [angle of incidence] கொண்டு பூகம்பம் எங்கே, எப்பொழுது நிகழ்ந்த தென்பதையும் அதன் வன்மை எவ்வளவென்பதையும் கணக்கிட்டுவிட முடியும். பிறகு நிலையத்தின் தகவல் பிரிவு ஒரு தனி மையத்துக்கு இது குறித்து அறிக்கை அனுப்புகிறது. இந்த மையம் எல்லா நில அதிர்ச்சிப் பதிவு நிலையங்களிலிருந்தும் தனக்குக் கிடைக்கும் எல்லா விவரங் களையும் பொதுமைப்படுத்திச் செம்மை செய்கிறது.

பூமியில் உண்டாகும் ஒவ்வொரு நடுக்கமும் புவிக் கோளத்தினுள் முழுத் தொலைவுக்கும் பன்முறை ஊடுருவிச் செல்கிறது. நில அதிர்ச்சி அலைகள் பூமியின் பல்வேறு அடுக் குகளினலும் எதிரடிக்கப்படுகின்றன அல்லது வக்கிரித்து

விடப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு வக்கிரிப்பும் ஒவ்வொரு எதிரடிப்பும் அதற்குரிய குறியறிவிப்புகளை அனுப்புகின்றன. அடியாழங்களிலிருந்து நமக்குக் கிடைக்கும் இந்தக் குறியறிவிப்புகளைப் பரிசீலனைசெய்து அவை கூறும் தகவல்களைப் புரிந்து கொள்கிறோம். பூகம்பங்களைப் பற்றிய விவரங்களை எண்ணற்ற முறை ஒத்திட்டுப் பார்த்து விஞ்ஞானிகள் நமது புவிக்கோளத்தின் அடியாழ உள்ளமைப்பின் பொது உருவைத் தெரிந்து கொண்டுள்ளனர்.

பூமி உள்ளடுக்கின் மேல் மட்டத்துக்கும் பூமி மேலோட்டுக்கும் இடைப்பட்ட மோகோ இடையீட்டிலிருந்து தெளிவான நில அதிர்ச்சிக் குறியறிவிப்புகள் வருகின்றன என்பதை முன்பே கண்டோம். நில அதிர்ச்சிப் பதிவுக் கருவிகள் பதிவு செய்து காட்டுவது இந்த எல்லைக்கோடு மட்டுமல்ல. ஒரு பொது மையத்தைக் கொண்டு ஒன்றுக்குள் ஒன்றாய் அமைந்த பல மண்டலங்களும் அவற்றின் மூலம் செல்லும் நில அதிர்ச்சி அலைகளுக்கு ஏற்படும் வேகவளர்ச்சியாலோ, வேகத்தளர்வாலோ இப்பொழுது வேறுபடுத்திக் கூறப்பட்டிருக்கின்றன. இம்மண்டலங்கள் புவியுருண்டைகள் [geospheres] என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

பூமியின் மேலோடு, உள்ளடுக்கு, நடுப்பகுதி ஆகியவையே பூமியினுள்ளிருக்கும் பிரதான மண்டலங்கள். பூமி மேலோட்டில் இருப்பது போலவே இம்மண்டலம் ஒவ்வொன்றிலும் தனித்தனி உபமண்டலங்கள் அல்லது அடுக்குகள் இருப்பது தெளிவாக வேறுபடுத்தப்பட்டிருக்கின்றன.

உதாரணமாய் பூமியின் உள்ளடுக்கை எடுத்துக் கொள்வோம். நமது புவிக்கோளத்தின் முழு நிறையில் சுமார் 70 சதவீதம் இந்த உள்ளடுக்கினுடையது. மேலோட்டுக்கு அடியிலிருந்து தொடங்கி இது பூமியின் மேற்பரப்புக்குக்கீழ்

ஏறத்தாழ 3,000 (இன்னும் சுமாராய் 2,900) கிலோமீட்டர் ஆழம் வரையில் வியாபித்துள்ளது. உள்ளடுக்கு மண்டலத்தில் நில அதிர்ச்சி அலைகளின் வேகம் விரைவாய் அதிகரித்துச் சென்று பிறகு திரும்பவும் குறையத் தொடங்குகிறது. இவ்வாறு அவை பூமி உள்ளடுக்கை மேற்பகுதி, அடிப்பகுதி என்று இருவேறு பகுதிகளாகப் பிரித்திடுகின்றன. இந்த மேற்பகுதியும் பல்வேறு அடுக்குகளாலான உட்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. முதலாவது அடுக்குக்குத் தரை [ground] அல்லது அடி மேலோட்டு [subcrust] அடுக்கு என்று பெயர். இது சுமார் 100 கிலோமீட்டர் பருமனுடையது (சில இடங்களில் இது 150 கிலோமீட்டர் ஆழம் வரையில் காணப்படுவதும் உண்டு). எரிமலைகளுக்கு ஊட்டமளிக்கும் உலைகள் பலவும் இதில்தான் இருக்கின்றன என்று மேக்மாவாதிகள் கூறுகிறார்கள். பூகம்பங்களுடைய மையங்கள், அல்லது புவியியலாளர்கள் கூறுவது போல குவியங்கள் [foci], இவ்வடுக்கில்தான் அமைந்துள்ளன.

அடி மேலோட்டு அடுக்கைத் தொடர்ந்து ஒப்பளவில் அமைதியானதோர் அடுக்கு உள்ளது. 150லிருந்து 200 கிலோமீட்டருக்கு உட்பட்ட ஆழத்தில் இது இருக்கிறது. இங்கு நாம் விவரிக்கும் பூமியின் உள்ளமைப்பினுடைய துவக்கச் சித்திரத்தை முதலில் வகுத்தளித்த தலைமையான புவிபௌதிகவியலாளரின் பெரியல், குட்டென்பெர்க் அடுக்கு [Gutenberg layer] என்பதாக அண்மையில் இவ்வடுக்கு அழைக்கப்படலாயிற்று. இதற்கு அடுத்தபடியாகப் பெயரில்லாத ஓர் அடுக்கு உள்ளது. விசேஷமாய் எதற்கும் இது குறிப்பிடத்தக்கதாய்த் தெரியவில்லை. இவ்வடுக்கு மேற்பரப்புக்கு அடியில் 200 முதல் 400 கிலோமீட்டர் ஆழத்தில் இருக்கிறது.

பிறகு 400 முதல் 800 கிலோமீட்டர் ஆழத்தில் நில அதிர்ச்சி அலைகளின் வேகம் திடீரென மிகவும் கூடுதலாகத் தொடங்குகிறது. நில அதிர்ச்சி சம்பந்தமான எல்லா நிகழ்ச்சிகளுக்கும் பூகம்பகங்களுக்கும் விஞ்ஞான அடிப் படையை வகுத்துக் கொடுத்த ருஷ்ய விஞ்ஞானியும் விஞ் ஞானப் பேரவை உறுப்பினருமான காலீத்சினது பெயரில் இதற்கு காலீத்சின் அடுக்கு [Golitsyn layer] என்பதாகப் பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது. நில அதிர்ச்சி ஆய்வுத்துறை கணித அடிப்படையில் அமைந்த விஞ்ஞானமாகியதற்கு காலீத்சினே காரணமாவார்.

காலீத்சினது பெயரிலுள்ள இந்த அடுக்கு தீவிர செயற் பாட்டுக்குப் பெயர் பெற்றதாகும். ஆழ்குவிய பூகம்பங்கள் என்பதாக அழைக்கப்படும் மிகப் பெரிய பூகம்பங்களின் மையங்கள் இவ்வடுக்கில்தான் அமைகின்றன. இந்த மையங்கள் இம்மண்டலத்தில் ஒன்றுகுவிந்திருக்கக் காரணம் என்ன வென்பது பல காலம்வரை விஞ்ஞானிகளுக்கு விளங்கவில்லை. முடிவில் அணுவின் அமைப்பு பற்றிய நவீனக் கருத்துக்கள் உருவானதைத் தொடர்ந்து, காலீத்சின் அடுக் கில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளுக்கு விளக்கம் கூறுவதற்கான துப்பு கிடைத்தது. வளிமண்டல அழுத்தத்தைப் போல் ஒரு லட்சம் மடங்கான அழுத்தங்களில் அணுக்களின் வெளிப்புற மின்னணுக் [electron] கவசங்களைச் சேர்ந்த மின்னணுக்கள் அவற்றின் சுழற்பாதைகளிலிருந்து பிய்த் தெடுக்கப்பட்டு உள்நிலைச் சுழற்பாதைகளில் செலுத்தப் படுகின்றன என்பது சோதனை வாயிலாக நிலைநாட்டப்பட் டிருக்கிறது. இந்த அளவு அழுத்தங்களை வந்தடைந்தபோ தெல்லாம் சோதனையமைப்புத் தொகுதிகள் வெடித்துவிட் டன. காலீத்சின் அடுக்கிலிருந்து உதிக்கும் பூமி நடுக்கங்கள்

அணுக்களிடமிருந்து மின்னணுக் கவசங்கள் நீக்கப்படுவதுடன் சம்பந்தப்பட்டவையாகும் என்பதாக விஞ்ஞானிகள் கொள்கின்றனர். பிரம்மாண்ட சக்தி வாய்ந்த வெடிப்புகள் இவ்வடுக்கில் ஏற்பட்டு, பூமியின் மேற்பரப்பில் பயங்கர நாசம் விளைவிக்கின்றன.

இதற்கு அடுத்தபடியாக அனேகமாய்ப் பரிபூரண அமைதி நிலவும் ஒரு மண்டலம் உள்ளது. இம்மண்டலமும் பெயரில்லாததுதான். 1,200 கிலோமீட்டர் ஆழத்திலும் அதற்கும் கூடுதலான ஆழங்களிலும் இது இருப்பதைக் காண முடிகிறது. உள்ளடுக்கின் அடிப்பகுதி இங்கு ஆரம்பித்துவிடுகிறது. நில அதிர்ச்சி அலைகள் இங்கு ஏறத்தாழ உச்ச வரம்பு வேகமான வினுடிக்கு 12-12.5 கிலோமீட்டர் வேகத்தை எட்டிவிடுகின்றன. உள்ளடுக்கின் அடிப்பகுதி பூராவையும் அவை அனேகமாய் இதே வேகத்தில் கடந்து செல்கின்றன. 2,900 கிலோமீட்டர் ஆழத்தில் நில அதிர்ச்சி அலைகள் செல்லும் வேகம் கடுமையாகக் குறைந்துவிடுகின்றன.

இதற்கும் ஆழத்தில் பூமியின் உட்கரு [core] பகுதி உள்ளது. இந்த உட்கருவின் இயைபு குறித்து விஞ்ஞானிகளிடையே ஓயாத வாக்குவாதம் நடைபெறுகிறது. நெடுக்கு அதிர்வுகள் [longitudinal vibrations], குறுக்கு அதிர்வுகள் [transverse vibrations] ஆகிய இரு வகையான அதிர்வுகளுக்கு பூமி உட்படுத்தப் படுகிறது. நெடுக்கு அதிர்வுகள், ஓடும் அலையின் பரவும் திசையில் சடப்பொருளின் இறுக்கங்களாகவும் பெருக்கங்களாகவும் எழுகின்றன. குறுக்கு அதிர்வுகளுக்குச் சடப்பொருளில் ஏற்படும் ஒருவகை முறுக்கே காரணம். சடப்பொருளின் குறுக்கு அதிர்வுகள் அலை பரவும் திசைக்கு நேர்கோணத்தில்

உள்ளன. குறுக்கு அலைகளைக் காட்டிலும் நெடுக்கு அலைகள் வேகமாய்ச் செல்கின்றன.

பூமியின் உள்ளடுக்கிலிருந்து அதன் உட்கருக்குள் செல்றதும் நெடுக்கு அலைகளின் வேகம் முன்பு விநாடிக்கு 12.5 கிலோமீட்டராக இருந்ததானது, திடீரென 8.5 கிலோமீட்டராகக் குறைந்துவிடுகிறது. குறுக்கு அலைகளின் வேகமும் இதேபோலக் குறைகிறது; விநாடிக்கு 7.5 கிலோமீட்டராக இருந்ததானது, 5 கிலோமீட்டராகக் குறைந்து விடுகிறது.

பூமியின் உட்கருவினுடைய மேற்பரப்பு 14 கோடி 77 லட்சம் சதுரக் கிலோமீட்டராகுமென விஞ்ஞானிகள் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். இதே அளவுதான் — 14 கோடி 76 லட்சம் சதுரக் கிலோமீட்டர்தான் — நமது பூமியின் எல்லாக் கண்டங்களின் மொத்தப் பரப்பு. இந்த ஒற்றுமை மிகவும் வியக்கத்தக்கதாய்த் தோன்றியது. இதற்கு விளக்கம் கூறும் பொருட்டு பல கருதுகோள்களும் முன்வைக்கப் பட்டன. கருத்து ஆழமுடையவை என்பதைக் காட்டிலும் வேடிக்கையானவை என்பதாகவே கூற வேண்டியிருந்தவையும் இவற்றில் இருந்தன. இக்கருதுகோள்களைப் பற்றி இங்கு விவரிக்கத் தேவையில்லை. ஏனெனில் விஞ்ஞானத்தின் வரலாற்றிலிருந்து இது போன்ற ஒற்றுமைக்கு ஏராளமான உதாரணங்கள் கூற முடியும். மத்திய காலத்தில் பல சிந்தனையாளர்கள் இலக்கம் ஏழு மிகவும் புனிதமானது என்பதாகக் கருதினர். காரணம் மனிதனது தலையிலுள்ள துவாரங்கள் ஏழு; விண்ணில் அக்காலத்தில் அவர்களுக்குத் தெரிந்திருந்த கிரகங்களும் ஏழு; வாரத்திலுள்ள நாட்களும் ஏழு. ஆனால் இந்த விந்தை என்ன ஆயிற்று? விண்ணிலுள்ள கிரகங்கள் ஏழல்ல, ஒன்பது என்பது தெரியலாயிற்று. இந்த

மாயாவாதம் உடனே தகர்ந்துவிட்டது. இது போன்று ஒப்புமைகளால் கவரப்படுகிறவர் தும்பியின் இறக்கைப் பரப்பு 147.7 சதுர மில்லிமீட்டர் என்பதாகக் காண்பாராயின், இதிலிருந்து அவர் வந்தடையக் கூடிய அரிய முடிவுகளுக்கு அளவே இருக்காது! பூமி உட்கருவின் பரப்புக்கும் நிலவுலகின் பரப்புக்குமுள்ள இந்த ஒற்றுமை முற்றிலும் தற்செயலானதாகவே இருக்கும். ஆகவே நாம் இந்தக் கருதுகோள்களை ஒதுக்கி வைத்துவிட்டு, பூமியின் உந்திக்குள் ஆழ்மட்டங்களுக்கு இறங்கிச் செல்வோம்.

மேலோட்டையும் உள்ளடுக்கையும் போலவே பூமியின் உட்கருவும் ஒத்த அமைப்புடையதல்ல. பூமி மேற்பரப்பிலிருந்து ஐயாயிரம் கிலோமீட்டர் வரையிலான ஆழங்களில் மிகவும் பலவீனமான குறுக்கு அலைகள் வெளிப்படுகின்றன. ஆனால் அதற்கும் ஆழமான உள்ளக உட்கரு [inner core] எனப்படும் மண்டலத்தில் அவை அறவே மறைந்துவிடுகின்றன. நடுப்பகுதியின் உள்ளகத்திலும் வெளியகத்திலும் இருக்கும் சடப்பொருளின் நிலை என்ன? உள்ளடுக்கிலேயே சடப்பொருள் உருக்கைக் காட்டிலும் பன்மடங்கு உறுதியுடையதாகிவிடுகிறது (உதாரணமாய், உள்ளடுக்கின் அடிப்பகுதியில் சடப்பொருள் உருக்கைக்காட்டிலும் 3-4 மடங்கு கூடுதலான உறுதியுடையதாயுள்ளது). ஆகவே உள்ளடுக்குக்கும் அடியில் சடப்பொருளின் நிலை எப்படிப்பட்டதாக இருக்கும்? ஆனால் இங்கு நாம் காண்பது மிகவும் விநோதமாயுள்ளது. இதுகாறும் இந்த விநோதத்துக்கு விளக்கம் தெரிந்தாகவில்லை. பூமியின் உட்கருவில் இருக்கும் பாறைகள் உருக்கைப் போல சுமார் இரு மடங்குதான் உறுதியானவை.

திரவத்தினுள் குறுக்கு அலைகள் மறைந்தொழிந்துவிடுவதாகப் பௌதிகவியலாளர்கள் சொல்கிறார்கள். பூமியின்

உட்கருவினது வெளியகத்தில் [outer core] குறுக்கு அலைகள் மந்தமாகி விடுகின்றன. உட்கருவின் உள்ளகத்தினுள் அவற்ருல் ஊடுருவ முடிவதில்லை. அப்படியென்ருல், இம் மண்டலங்கள் திரவ நிலையில் இருப்பதாகக் கொள்ளலாமா? ஆனுல் உருக்கைப் போல் இரு மடங்கு உறுதியான திரவம் எத்தகையதாய் இருக்கும்? இது திரவம்தாஞ?

பூமி உட்கருவின் பொருள் திடநிலையிலுமில்லை, திரவ நிலையிலுமில்லை, அரைவாசி திரவநிலையில் [quasi-liquid] இருப்பதாகும் என்பதாக ஒரு காலத்தில் கூறப்பட்டு வந்தது.

ஆனுல் இது உண்மையில் திரவமே ஆகும் என்பதற்கான சான்று அண்மையில் கிடைத்திருக்கிறது. லெனின் பரிசு பெற்ற புவிபௌதிகவியலாளர் எம். எஸ். மொலொதேன்ஸ்கிய் [Molodensky] துருவங்களுடைய நிலைகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் கணக்கிட்டு நிர்ணயித்தார். அவர் இந்த மாற்றங்கள் பூமியின் உள்மண்டலங்களது, முக்கியமாய் நடுப்பகுதியின் உள்ளக, வெளியகப் பிரிவுகளின் நிலையுடன் சம்பந்தப்பட்டவையாகும் என்கிருர். இங்குள்ள சடப்பொருள் திரவநிலையில் இருந்தால்தான் துருவங்கள் இவ்வாறு இடம்பெயர முடியும் என்பது தெரிகிறது. மொலொதேன்ஸ்கியின் கணக்கீடுகள் போதுமான அளவுக்கு நம்பிக்கை ஊட்டுவதாயுள்ளன. அவருடைய தத்துவம் தர்க்க முறைப்படி அமைந்ததாகும். ஆனுல் உருக்கைப் போல் இரு மடங்கு உறுதியான ஒரு திரவப் பொருளைக் கற்பனை செய்வது கடினமானதாகவே இருக்கிறது. அது மிக மிக அற்புதமானதொரு திரவமாகவே இருக்க வேண்டும்!

நில அதிர்ச்சிப் பதிவுக் கருவிகள் பதிவு செய்து தரும் பூமியின் குறியலைத் தகவல்களுக்கு இன்று இவ்வாறுதான் விளக்கம் கூறப்படுகிறது.

புவியீர்ப்புக் குறி விளக்கம்

பொருளானது மூன்று குணங்களுடையது என்று பண்டைய இந்துக்களின் அறிவியல் கூறியது. முதலாவது சாத்துவிகக் குணம். இது தெளிவையும் தூய்மையையும் குறிக்கிறது. இரண்டாவதான இராசதக் குணம் நிலைப்பையும் ஆற்றலையும் இயக்கத்தையும் குறிப்பது. மூன்ருவதான தாமசக் குணம் எடை, இருள், சடத்துவம் [inertia] ஆகியவற்றைக் குறிக்கிறது.

எடை என்ருல் என்னவென்பது இவ்வாறு பண்டைய இந்துக்களுக்குத் தெரிந்திருந்தது. மாயா சக்திகள் எட்டில் இரண்டை அவர்கள் எடை பற்றிய பிரச்சினைக்காக ஒதுக்கியிருந்தனர். வித்தை புரிவோரும் மந்திரவாதியும் வேண்டும்போது எடை குறைந்து இலேசாகிவிடவும், எடை அதிகரித்துக் கனமாகிவிடவும் முடியுமென அவர்கள் நினைத்தனர்.

ஸ்வியாத்தகோர் என்ெருரு வீரனைப் பற்றிய சுவையான ருஷ்ய நாடோடிக் காவியம் ஒன்று உண்டு. இந்த வீரன் தனது அபார பலத்தைப் பற்றி பெருமையடித்துக் கொள்வது வழக்கம். விண்ணுலகின்மீதும் மண்ணுலகின்மீதும் தனக்கு ஒரு பிடி மட்டும் கிடைத்துவிடுமானுல், அப்படியே அவற்றைத் தூக்கிக் கவிழ்த்துவிடும் பலம் தனக்குண்டு என்று அவன் கூறி வந்தானும்.

ஒரு நாள் மிக்கூலா செல்யனீனவிச் என்ெருரு உழவன் குதிரையில் அவன் எதிரே வந்து, தனது பொதிப் பையைக் கீழே எறிந்து முடியுமானுல் அதைத் தூக்கிக் காட்டு பார்க்கலாமென ஸ்வியாத்தகோருக்குச் சவால் விட்டானும். ஸ்வியாத்தகோர் குதிரையிலிருந்தபடியே அதனைத் தூக்க

முயன்று முடியாமற் போய்விட்டதாம். பிறகு அவன் கீழே இறங்கித் தனது முழு பலத்தையும் கொண்டு அதைத் தூக்க முயன்றான். ஆனால் முழங்கால் வரை தரையினுள் அழுந்தினனே தவிர, பையை உயர்த்த முடியவில்லை. மேலும் கடுமையாகத் திரும்பவும் முயற்சி செய்தபோது, பூமி அவனை விழுங்கிவிட்டது. பூமியின் எடை முழுவதும் அந்தப் பையினுள் இருந்ததென்று இக்கதை கூறுகிறது; இந்த எடையைத் தூக்குவது பெரும்பலம் படைத்த வீரனுடைய சக்திக்கும் அப்பாற்பட்டதாகிவிட்டது.

பல தேசத்தோரிடையிலும் பூமியின் எடையைப் பற்றி வேறு பல கதைகளும் வழக்கிலுள்ளன. வீரன் பொத்தோக்கையும், யுகோஸ்லாவிய வீரனை இளவரசன் மார்க்கோவையும் பற்றிய கதையைக் குறிப்பிடலாம். மகா அலெக்சாண்டரைப் பற்றிய மத்திய காலக் கதை ஒன்று, அவர் சொர்க்கத்தை வந்தடைந்தபோது அங்கு ஒரு சிறு கல் இருக்கக் கண்டதாகவும், எவ்வளவோ முயன்றும் அதை அவரால் தரையிலிருந்து மேலே தூக்க முடியாமற் போனதாகவும் கூறுகிறது. இக்கதைகள் அவற்றின் உருவகப் பொருளை அன்னியில், பல்வேறு வகையான பாறைகளும் பல்வேறு எடையுள்ளவை என்பதையும் குறிப்பனவாய் இருக்குமோ?

புவியீர்ப்பு சக்தியைச் செயல்படாது தடுப்பது குறித்தும் பலரும் கனவு கண்டுவந்தனர். இந்தக் கதைகளில் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கது முகம்மதின் சவப்பெட்டியைப் பற்றிய கதை. அதற்கு எடை இருக்கவில்லை; எதனாலும் தூக்கிப் பிடிக்கப்படவில்லை, எதிலும் கட்டித் தொங்கவிடப்படவுமில்லை என்றபோதிலும், தரையிலே விழாமல் அசைவின்றி

அது அந்தரத்தில் நின்றது. இப்பெட்டியைப் பொறுத்த வரை புவியீர்ப்பு விதி செயல்படவில்லை.

தடங்கலின்றி விழும் ஒரு பொருளுக்கான புவியீர்ப்பு வேகவளர்ச்சி [acceleration due to gravity] அட்சரேகைக்கு அட்சரேகை மாறுபடுகிறது. பூமத்திய ரேகையில் அது குறைந்தபட்ச அளவிலும், துருவங்களில் சற்றுக் கூடுதலாகவும் உள்ளது.

பூமியின் மேற்பரப்பில் புவியீர்ப்பு சக்தி இடத்துக்கு இடம் மாறுபடுவதற்கு பூமியின் விசேஷ வடிவமே காரணம். பூமி ஓர் உருண்டையாகும் என்று பிள்ளைப் பிராயத்தில் நமக்குச் சொல்லிக் கொடுத்தார்கள். பிறகு அது இரு துருவங்களிலும் தட்டையான சுழற்சி நீள்வட்டகம் [ellipsoid of revolution] போன்றது என்றனர். ஆனால் பிற்பாடு விஞ்ஞானிகள் எந்த வடிவியல் [geometry] உருவத்தையும் அதற்கு ஒப்பானதாகக் கூற முடியாது என்றும், பூமிக்கு ஒப்பானது பூமியேதான் என்றும் தெளிவுபடுத்தினர். ஆகவே நமது பூமி ''புவியகம்'' [geoid] என்பதாக அழைக்கப்பட்டிருக்கிறது; ''புவி போன்றது'' என்பதே இதன் பொருள். புவியகம் என்பது உருவத்தில் சுழற்சிக் குத்தாயக் கோளகத்தைப்]spheroid] போன்றது; ஆனால் வடிவியல் விதிகளுக்கு ஒவ்வாத குவிவுகளையும் குழிவுகளையும் பெற்று அதனிடமிருந்து வேறுபடுகிறது.

சில நேரங்களில் புவிக்கோளமானது மூவச்சு நீள் வட்டகத்துக்கு [triaxial ellipsoid] ஒப்பானதென்று கூறப்படுவதுண்டு. கிரசோவ்ஸ்கிய் [S. A. Krasovsky] இஸோத்தோவ் [A. A. Isotov] ஆகிய இரு சோவியத் விஞ்ஞானிகளும் பூமியானது துருவங்களில் தட்டை

யாக இருப்பதுடன்கூட, பூமத்திய ரேகையை ஒட்டினுற்போலவும் தட்டையாக இருக்கிறதென்று நிரூபித்தனர். ஆயினும் இந்த இரண்டாவது வகைத் தட்டையானது மிகச் சொற்பமேயாதலால், நமது விவாதத்தில் இதனைக் கவனியாது விட்டுவிடலாம். துருவங்களிலுள்ள தட்டையே பிரதானமானது. இவ்விடங்களில் புவியீர்ப்பு சக்தியும் புவியீர்ப்பு வேகவளர்ச்சியும் சற்று அதிகமாகிவிடுகின்றன. பூமியின் அச்சுவழிச் சுழற்சியும் ஓரளவு முக்கியமானதே; இதனுல் மையம்விட்டோடும் சக்தி பூமத்திய ரேகையில் அதிகரித்து, புவியீர்ப்பு சக்தியைக் குறையச் செய்கிறது.

வெவ்வேறு அட்ச ரேகைகளிலும் இருக்க வேண்டிய புவியீர்ப்பு வேகவளர்ச்சியைக் கணித வழியில் கணித்துவிடலாம். இவ்வாறு கணிக்கப்பெற்ற புவியீர்ப்பு வேகவளர்ச்சிகளின் புலனை முறையான புலன் [normal field] என்று அழைப்பது வழக்கம். புவியீர்ப்புப் பொதுவிவர விதிக்குப் பொருந்தாதவாறு இருக்கக்கூடிய குறைபாட்டுப் புலன்கள் [anomalous fields] எனப்படும் முறைகேடான புலன்களிலிருந்து [abnormal fields] வேறுபடுத்திக் கூறும் பொருட்டு, இவ்வாறு இது முறையான புலன் என்றழைக்கப்படுகிறது. நடைமுறையில் புவிக்கோளத்தின் எந்த இடத்திலும் இந்த விதியிலிருந்து சொற்ப அளவுக்குத் திரிபுகள் ஏற்படக் காண்கிருேம். புவியியலுக்கு இவை முக்கியமானவை என்பதை நாம் அடியில் தெரிந்து கொள்வோம்.

புவியீர்ப்புக் குறைபாடுகள் பலவற்றுக்கும் நிலப்பரப்பின் புடைப்பியலே காரணம். புவிக்கோளத்தின் பிரதான புடைப்புகளுக்குரிய எல்லா மண்டலங்களிலும் — ஆசியாவின் நடுப் பகுதியான பாமீரிலும் இமாலயத்திலும்,

சோவியத் மத்திய ஆசியாவிலும், காக்கசஸிலும் — குறைபாட்டுப் புலன்களைக் காண்கிறோம். கடல் மண்டலங்களிலும் குறைபாட்டுப் புவியீர்ப்புப் புலன்களைச் சந்திக்கிறோம்; கடலின் அடித்தரையின் புடைப்பியலைச் சார்ந்தவை இவை.

ஆனால் இவற்றையன்னியில் வேறு காரணங்களால் ஏற்படும் புவியீர்ப்புக் குறைபாடுகளும் உள்ளன. பல்வேறு கனிமப் பொருள்களின் செறிவுகள், பல்வேறு வகையான பாறைகள் காரணமாய்த் தோன்றும் குறைபாட்டுப் புலன்களும் இருக்கின்றன.

உதாரணமாய், மேற்பரப்புக்கு அருகாமையில் வந்துவிடும் காரப்பாறை அடுக்கின் பிரிவுகளை விஞ்ஞானிகள் நில அதிர்ச்சி முறைகளைக் கொண்டு மட்டுமின்றி, புவியீர்ப்பு வேகவளர்ச்சியில் உண்டாகும் மாற்றங்களை நிர்ணயிப்பதன் மூலமாகவும் கண்டறிந்து கொள்கிறார்கள். பல வகையான கருவிகளும் இதற்காக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இவற்றுள் முக்கியமானது ஊசலி [pendulum]. உயரமான மலைகளுக்கு அருகிலோ, மிகவும் அடர்த்தியான நிறையின் அருகிலோ ஊசலி கொண்டு வரப்படும்போது, ஊசலியின் குண்டு அசைந்தாடும் தளம் மாறுகிறது என்பது பலகாலத்துக்கு முன்பே கண்டுபிடிக்கப்பட்டுவிட்டது. நடைமுறையில் இந்த மாற்றத்தைப் பதிவு செய்வது மிகவும் கடினம். நேர்குத்துக் கோட்டிலிருந்து ஏற்படும் இத்திரிபுகள் சாதுர்யமான முறைகள் மூலமாய் — ஊசலி தொங்கும் இழையில் ஏற்படும் முறுக்கின் மூலமாய் — வெற்றிகரமாய் அளக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மேற்கூறிய குறைபாட்டுப் புலன்கள் இவ்வாறுதான் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, பூமியின் அடியாழங்களைப் பற்றிய தகவல்கள் தெரிந்து கொள்ளப்பட்டன; இந்த ஆழ்மட்டங்களில் மறைந்து கிடக்கும் கனிமப் பொருள்களும்

பூமியின் உள்ளமைப்பு பற்றிய விவரங்களும் புலப்படுத்தப் பட்டன.

முறையான புலன்களேயும் குறைபாடான புலன்களேயும் கண்டறிந்து கொள்வதற்கு புவியீர்ப்புமானி [gravimeter] என்னும் கருவி அண்மையில் விரிவாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. இந்தப் புவியீர்ப்புமானிகள் பூமியின் செயற் கைத் துணைக்கோள்களில் வைத்து மேலே அனுப்பப் பட்டிருக்கின்றன. விண்வெளி, எடையின்மை [weightlessness] இவற்றுக்கிடையில் புவியீர்ப்பு சக்தியை அளப்பதற் கான புவியீர்ப்புமானியா — வேடிக்கையாய் இல்லையா? ஆனல் துணைக்கோள்களுடைய இயக்கத்தைக் கவனித்த போது, கணிக்கப்பட்ட சுழற்பாதைகளிலிருந்து அவற்றின் இயக்கத்தில் சில திரிபுகள் காணப்பட்டன. குறைபாட்டுப் புலன்களால்தான் இத்திரிபுகள் உண்டாகின்றன என்பது தெரியவந்தது. ஆகவே பூமியின் அடியாழ மண்டலங்களது அமைப்பை ஆராய்வதற்குப் புறவெளியினுள் செல்வது அவசியமாகிவிடுகிறது. அங்கிருந்து புவியீர்ப்புமானியின் துணை கொண்டு வண்டற்படிவு, கருங்கல், தீக்கல் அடுக்கு களேக் கண்டறிந்து கொள்ள முடிகிறது. விண்வெளி ஆராய்ச் சிகளின் நடைமுறைப் பயன்பாடுகளில் இதுவும் ஒன்ருகும். விண்வெளி ஆராய்ச்சி இவ்வாறு பூமியின் உள்ளமைப்புப் பற்றிய ஆராய்ச்சியும் ஆகிவிடுகிறது.

1930-40 ஆம் ஆண்டுகளில் டச்சு விஞ்ஞானி வெனிங் மெய்னெஸ் [Vening Meinesz] பெருங்கடல்களின் குறை பாட்டுப் புலன்கள் இருக்கும் இடங்களே நிர்ணயிப்பதில் வெற்றி கண்டார். நீர்மூழ்கிக் கப்பலில் கீழே சென்று அவர் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தினர். பிற்பாடு இதே ஆராய்ச்சிகளே நூற்றுக் கணக்கான விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிக் குழுக்கள்

தொடர்ந்து நடத்திச் சென்றன. பெருங்கடல்களின் அடித்தரைகள் ''இருளிடமாக'' இருந்த நிலை மாறி, அவற்றின் பரப்பியலும் புவியியலும் தெரியலாயின.

கனிம வளங்களைக் கண்டறிவதற்குப் புவியீர்ப்புமானிகள் மேலும் மேலும் விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. புவிபௌதிகவியலாளர்கள் இக்கருவிகளைத் தாம் உலோக, உலோகமல்லாத பல்வேறு கனிமங்களது படிவங்களைத் தேடிச் செல்லும் பிரதேசங்களுக்கு எடுத்துச் சென்று, புவியீர்ப்பு வேகவளர்ச்சியில் காணப்படும் மிகச் சிறு மாறுபாடுகளையும் பதிவு செய்து கொள்கிறார்கள். இந்த விவரங்கள் புவிபௌதிக வரைபடங்களில் குறிக்கப்பட்டதும், அவை நேர்முக, எதிர்முக [positive and negative] புவியீர்ப்புக் குறைபாடுகளின் வினியோகத்தைத் தெளிவுபடக் காட்டுகின்றன.

எண்ணெயும் எரிவாயும் பொதுவாக எதிர்முகப் புவியீர்ப்புக் குறைபாடுகளுக்குரிய மண்டலங்களில்தான் தேடப்படுகின்றன. ஏனெனில் இந்தக் கனிமங்கள் பூமியின் மேலோட்டிலுள்ள வெற்றிடங்களை நிரப்புகின்றன. கனமான, அடர்த்தியான திரட்சிகள் இருக்கும் மண்டலங்கள் நேர்முகக் குறைபாடுகளுக்குரியனவாகும். இவை உலோகத் தாதுக்கள் திரண்டுள்ள இடங்களைக் குறிக்கின்றன. புவிபௌதிகவியலாளர்கள் எங்கெங்கு இலேசான பாறைகள் உள்ளன, எங்கெங்கு கனமான பாறைகள் உள்ளனவென்று தரையை ''எடைபோட்டுப்'' பார்க்கிறார்கள்.

பூமியின் ஆழ்மட்டங்களிலிருந்து வரும் இந்தப் புவியீர்ப்புக் குறியறிவிப்புகள் தெரிவிக்கும் தகவல்களைப் புரிந்து கொண்டதும், மேற்பரப்பு, ஆழ்மட்ட மண்டலங்களது அமைப்பின் பல விதிகள் குறித்தும் நாம் பேச முடிகிறது.

ஒட்டுமொத்தமாய் பூமியின் சராசரி அடர்த்தி 5.52 ஆகுமென்றும், ஆனல் பூமி மேலோட்டின் சராசரி அடர்த்தி 2.63க்கு மேலில்லையென்றும் விஞ்ஞானிகள் நிலைநாட்டியுள்ளனர். ஆகவே மேற்பரப்பிலும் பூமி மேலோட்டிலும் இலேசான பாறைகளும், மையத்துக்கு அருகே கனமான பாறைகளும் இருக்க வேண்டும். ஓர் எளிய முடிவைப் பெற முடியும்: அதிக அளவு சிக்கல் இல்லாத கணக்கீடுகள் சிலவற்றின் மூலமாய் பூமியின் பாதாள மண்டலங்களது தனித்தனி அடுக்கின் அடர்த்தியையும் கணித்துவிடலாம். ஆனல் இந்த எளிமை வெளித்தோற்றத்திற்கு மட்டுமே ஆனதாகும். பூமியின் பாதாள மண்டலங்களுடைய நிலையை மதிப்பிடுவதில் அனுசரிக்கப்படும் அடிப்படை கண்ணோட்டத்தையே யாவும் பொறுத்திருக்கின்றன. திரும்பவும் இங்கு நமது பழைய நண்பர்களான மேக்மாவாதிகளையும், நெப்ட்யூன்வாதிகளான உறுமாற்றவாதிகளையும் சந்திக்க வேண்டியதாகிறது.

கடந்த நூற்ருண்டின் இறுதியிலும் இந்நூற்ருண்டின் தொடக்கத்திலும் மேக்மாவாதிகளின் செல்வாக்கு தலைமை நிலையில் இருந்தபோது, பூமியானது ஒரு கிரகமாகிய காலத்திலிருந்து திடப்பொருளாலான மேலோட்டினுல் அது மூடப்பெற்ற காலம் வரையிலான அதன் வளர்ச்சி வரலாற்றை புவியியலாளர்களும் புவிபௌதிகவியலாளர்களும் ஊதுலையினுள் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளுடன் ஒப்பிடுவதில் தனி மகிழ்ச்சி கண்டு வந்தனர்.

தாதுவிலிருந்து காய்ச்சி உருக்கப்பட்ட இரும்புக் குழம்பில் என்ன நடைபெறுகிறது என்பதை நீங்கள் கவனித்தது உண்டா? கவர்ச்சி மிக்கது என்பதுடன் படிப்பினையும் அளித்திடும் காட்சி அது. சுடரொளி வீசும் அந்த உலோகத்தின் மேற்பரப்பில் கசடு [slag] மெல்லிய படலமாய் மிதக்கிறது.

இந்த உலோகத்தை ஊற்றுவதில் சிறிதளவு தாமதம் ஏற்படினும், இப்படலம் கறுத்து அடர்த்தியாகிக் கெட்டியான ஓடாகிவிடுகிறது. இது புவிக்கோளத்தின் மேலோட்டை ஒத்ததாகுமெனக் கூறப்பட்டு வந்தது. உருகிய திரவப் பொருளாலான கோளமாயிருந்த நமது பூமி குளிர்ந்ததும் அதன்மீது இந்த மேலோடு உருவாகிவிட்டதெனக் கூறப்பட்டது.

இந்தக் கசடுப் படலத்தைப் பகுத்தாய்ந்தால், அதில் சிலிக்கன், அலுமினியச் சேர்மங்கள் அடர்ந்திருக்கக் காண்கிறோம். பூமி மேலோட்டையும் அதன் இரசாயன இயைபையும் பரிசீலனை செய்தால், அதிலும் ஏனையத் தனிமங்களுடன் சிலிக்கனும் அலுமினியமும் மிகுந்திருப்பது தெரிகிறது. ஆதலால்தான் பிரபல விஞ்ஞானிகளான ஸியூஸும் [Suess] விஹெர்ட்டும் [Wiechert] கோல்ட்ஷ்மித்தும் [Goldschmidt] சிலிக்கன், அலுமினியம் இவை இரண்டின் முதல் அசைகளைச் சேர்த்து ''சியல்'' என்பதாகப் பூமியின் மேலோட்டுக்குப் பெயரிடலாம் என்றனர். சியலுக்கு அடியில் சிலிக்கனாலும் மக்னீஷியத்தாலுமான அடர்த்தியான திரட்சி இருக்க வேண்டுமென புவியியலாளர்களும் புவிபௌதிகவியலாளர்களும் போட்ட கணக்குகள் தெரிவித்தன. ஆகவே சிலிக்கன், மக்னீஷியம் இவை இரண்டின் முதல் அசைகளைக் கொண்டு இம்மண்டலம் ''சிமா'' என்றழைக்கப்பட்டது. யாவற்றையும்விட பளுவான திரட்சி இருக்க வேண்டிய பூமி நடுப்பகுதி இந்த விஞ்ஞானிகளுடைய கருத்துப்படி நிக்கல், இரும்பு ஆகிய இரண்டாலும் ஆனது. ஆகவே பூமியின் இப்பகுதி ''நிபெ'' என்று அழைக்கப்படலாயிற்று (இரும்புக்கு லத்தீன் மொழியில் பெர்ரம் என்று பெயர்). இந்நூற்றுண்டின் தொடக்கத்தில் மிகப் பெரும்

பாலான விஞ்ஞானிகள் பூமியின் உள்ளமைப்பு இவ்வாறு தான் இருப்பதாகக் கற்பனை செய்து வந்தனர்.

அலெக்ஸேய் தல்ஸ்த்தோய் இக்கருத்துக்களை **காரின் அழிவுக்கதிர்** என்ற தமது நாவலில் விளக்கமாய் எடுத்துரைக்கிறார். இந்த நாவலை எழுதியபோது தல்ஸ்த்தோய் பூமியின் உள்ளமைப்பு குறித்து பேரவை விஞ்ஞானி பெர்ஸ்மனைக் கலந்தாலோசித்தார் என்பது தெரிந்ததே. பெர்ஸ்மன் மேக்மாவாதிகள் பக்கம் இருந்தார்.

பூமியின் மையத்துக்கு அருகே அடியாழங்களில் இருக்கக் கூடிய பல்வேறு வகையான பாறைகளையும் இந்தப் பிரபல எழுத்தாளர் எப்படிச் சித்தரித்தார் என்பது பலருக்கும் நினைவிருக்கும். பூமியின் மேற்பரப்புக்கு அடியில் இலேசான பாறைகள் இருப்பதாக காரின் அறிவித்தார். பிறகு பூமி மேலோட்டைக் கடந்து அடியில் சென்றதும் ஆலிவீன் அல்லது பெரிடோட்டைட் அடுக்கு எனப்படுவது — அதாவது மீக்கார பாறைகளாலான மண்டலம் — இருக்கும். இன்னும் ஆழமாகச் சென்றதும் பூமியின் தாதுக் கவசம் இருக்கும். இந்தத் தாதுக் கவசத்தில் சுத்தத் தங்கத்தாலான ஓர் அடுக்கும் அடங்கியிருக்கும். இந்தத் தங்கத்தைத்தான் காரின் நாடிச் சென்றார்.

தாம் தேடியதை காரின் வந்தடைந்தார் என்பது நமக்குத் தெரியும். மிகமிக ஆழமான சுரங்கக் குழாய் இறக்கி எல்லா அடுக்குகளையும் கடந்து சென்றனர். முடிவில் சிக்கலான பல நிலைமைகளையும் சமாளித்துத் தொழிலாளர்கள் தங்க அடுக்கினுள் துளைத்துச் சென்றனர். ஆனால் இந்தப் பொன் மேற்பரப்புக்குக் கொண்டுவரப்பட்டு, உலகம் அதைப் பற்றித் தெரிந்து கொண்டதும், தங்கம் அதன் மதிப்பை இழந்துவிட்டது.

பூமியின் அடுக்குகளுடைய விநியோகத்தைப் பற்றிய பிரதான பிரச்சினை குறித்து கருத்து உடன்பாடு கொண்டிருந்தபோதிலும், மேக்மாவாதிகள் பூமியின் ஈர்ப்புக் குறித்தகவல் தொகுப்புக்கு விளக்கம் கூறுவதற்கான பிழையற்ற முறை எது என்பது குறித்தும், புவிக்கோளினுள் மேலும் மேலும் ஆழ்மட்டங்களுக்குச் செல்லுகையில் பாறைகளுடைய அடர்த்தி எப்படி மாறுகிறது என்பது குறித்தும், இந்த மாறுதல் படிப்படியாக ஏற்படுகிறதா, திடுதிப்பென்று உண்டாகிவிடுகிறதா என்பது குறித்தும் ஓயாமல் தம்முள் வாக்குவாதம் புரிந்து வந்தார்கள். இந்தக் கணிப்புகளில் எல்லாம் ஊதுலையில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிப்போக்கு பற்றிய விவரங்களும், பூமியின் காந்தத் தன்மையும் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டன. பூமியின் காந்தப் புலன் இரும்பாலான அதன் நடுப்பகுதியுடன் சம்பந்தப்பட்டதே என்பதாக நினைப்பவர்கள் இன்றுங்கூட இருக்கக், காண்கிறோம். பூமியின் உட்புற மண்டலங்கள் இரும்புத் திரட்சியாலானவை என்று கொள்வோமாயின், கணக்கீடுகள் மிகவும் எளிதாகிவிடுகின்றன. இரும்பு அல்லது இரும்பு-நிக்கல் திரட்சிகளின் அடர்த்தி சுமார் 10-11 ஆகும். ஆனால் பூமி மேலோட்டின் அடர்த்தி 2.63தான். ஆகவே அடியாழ மண்டலம் ஒவ்வொன்றின் சராசரி அடர்த்தியை மட்டும் தான் இனி கணக்கிட வேண்டியிருந்தது. இந்த அடர்த்தி மதிப்பீடுகளைக் கொண்டுதான் வெள்ளி மண்டலமும் தங்க மண்டலமும் பிறவும் நிர்ணயித்துக் கூறப்பட்டன.

விண்கற்கள் இங்கு நமக்கு உதவுகின்றன. விண்கற்களை இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். முதற் பிரிவைச் சேர்ந்தவை சிலிக்கன் பாறைகளாலானவை; இரண்டாம் பிரிவைச் சேர்ந்தவை இரும்பு-நிக்கல் உலோகத்தாலானவை.

1947ல் ஒரு பிரம்மாண்ட விண்கல் விண்ணைக் கிழித்துக் கொண்டு கீழே பாய்ந்தது. பெருவிட்ட பீரங்கிகளாலான ஒரு முழு வரிசையும் சேர்ந்து வெடி முழக்கமிட்டாற்போல இருந்தது. இந்த விண்கல் சிகோத்தே-அலின் தைகாக் காடுகளில் சிதைந்து விழுந்தது. உடனே அதைத் தேடியெடுப்பதற்காக விஞ்ஞானிகளின் குழு ஒன்று அனுப்பப்பட்டது. சிறிதளவு நிக்கலும் பிற தனிமங்களும் கலந்த 50 டன்னுக்கு மேற்பட்ட விண்கல் இரும்பு சேகரித்து எடுக்கப்பட்டது.

விண்கற்கள் முன்னொரு காலத்தில் இருந்த ஒரு கிரகத்தின் நடுப்பகுதியினுடைய துண்டுகளாய் இருக்கலாம் என்று மேக்மா கருதுகோளின் ஆதரவாளர்கள் கூறினர். செவ்வாய், வியாழன் கோள்களுக்கு இடையில் தற்போது நுண்கிரகங்கள் [asteroids] இருக்கும் மண்டலத்தில் முன்பு இருந்திருக்கக் கூடிய கிரகத்தினுடைய மேலோட்டின் மீதமிச்சமே பாறை விண்கற்கள் என்றும், அதன் நடுப்பகுதியைச் சேர்ந்த துண்டுகளே இரும்பு-நிக்கல் விண்கற்கள் என்றும் இவர்கள் கருத்து தெரிவித்தனர். இது உண்மையானல், சிகோத்தே-அலின் தைகாவில் விழுந்த பொருள் சுமார் 50 ஆயிரம் டன் எடையுடையதாகக் கணக்கிடப்பட்ட இந்தக் கிரகத்தின் மிகச் சின்னஞ்சிறு துண்டே ஆகும். இக்கோளின் பெரும் பகுதி—சுமார் 99.9 சதவீதமானது—வளிமண்டலத்தின் அடர்த்தியான அடுக்குகள் வழியே செல்லும்போது எரிந்து விட்டது; அதில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கான 50 டன் மட்டும் அழியாது கீழே வந்து விழுந்தது. எரியாது தரையை வந்தடைந்த இத்துண்டுகள் உலோகத்தால் ஆனவையாகும்.

மேக்மாவாதிகளது அனுமானங்கள் உண்மையே என்பது தெரியலாயிற்று. பூமியினுள் நில அதிர்ச்சி அலைகள் செல்லும் வேகத்தில் திடுதிப்பென ஏற்படும் மாறுதல்களைக்

கணக்கில் எடுத்துக் கொண்டோர், பூமியினுள் அடர்த்திகள் படிப்படியாக இலேசான திரட்சிகளிலிருந்து பளுவான திரட்சிகளுக்கு மாறுவதாகக் கொள்ளலாகாது என்றனர். இவர்களுடைய கருத்துப்படி இந்த அடர்த்தி மாறுபாடுகள் திடுதிப்பென ஏற்படுவனவாகும்.

மேக்மாவாதிகளுடைய எதிராளிகளான உறுமாற்ற வாதிகள் பூமியின் உட்புறத்தையும் அதன் வரலாற்றையும் ஊதுலேயினுள் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளுடன் ஒப்பிட முடியாது என்று வாதாடினர். பேரவை விஞ்ஞானி ஒட்டோ யூலியெவிச் ஷ்மித்தைச் சேர்ந்த விஞ்ஞானிகள் வேறொரு முறையில் புவியீர்ப்புக் குறித்தகவல் தொகுப்புக்கு விளக்கம் கூற முயன்றனர். இந்த விஞ்ஞானிகளில் ஒருவரான பேராசிரியர் லியூஸ்திஹ் [Y. N. Lyustikh] ஒட்டோ ஷ்மித்தின் தத்துவத்தைப் பின்தொடர்ந்து, பூமி எக்காலத்திலும் உருகிய நிலேயில் இருக்கவில்லே என்ருர். விண்கோளப் பொருள்களது தனித்தனி துண்டுகள் ஒன்றுசேர்ந்ததால் உண்டான பூமியைப் பலபடித்தான திரட்சியாகவே கொள்ள வேண்டும். ஒட்டோ ஷ்மித்தின் ஆதரவாளர்கள், முன்னெரு காலத்தில் இருந்த ஒரு கிரகம் சிதைவுண்டதால் தோன்றியவையே விண்கற்கள் என்னும் கருத்தை மறுத்தனர். விண்கற்கள் கிரகங்களேக் காட்டிலும் புராதனமானவை என்றும், பூமியும் சந்திரனும் அடங்கலாய் எல்லாக் கிரகங்களேயும் அவற்றின் துணேக்கோள்களேயும் தோற்றுவித்த ஆதிநிலே நெபுலாவின் மூலக்கூறுகளாகும் என்றும் அவர்கள் கருதினர்.

ஆகவே லியூஸ்திஹின் கருத்துப்படி, பூமியானது முன்பு விண்கற்களாயிருந்தவற்றின் திரட்சிகளேத் தன்னுள் கொண்டிருக்கலாம். இவ்வாறு அதனுள் இலேசான நிறைகளுக்கும்

பளுவான நிறைகளுக்குமுரிய மண்டலங்கள் இருக்கலாம். ஒவ்வொரு பாறை வகையும் குறிப்பிட்ட அளவுக்குப் பாகுத் திறன் [viscosity] பெற்றிருக்கிறது. இதனுல் இலேசான பொருள்கள் மேல்மட்டத்துக்கு உயர்ந்து வர, பளுவானவை கீழே அமிழ்ந்து செல்லக்கூடும். சுமார் மூன்று கிலோமீட்டர் விட்டமுள்ள ஒரு பொருள் 100 கோடி ஆண்டுகளில் சுமார் 500 கிலோமீட்டர் ஆழத்துக்கு (அது பளுவாய் இருக்குமாஞல்) அமிழ்ந்துவிட முடியுமென்றும், (அது இலேசாய் இருந்தால்) இதே அளவு உயரத்துக்கு உயர்ந்து வர முடியுமென்றும் லியூஸ்திஹ் கணக்கிட்டார். இன்னும் சிறிய பருமனுள்ள பொருள்கள் இன்னும் மெதுவான வேகத்தில் இடம் பெயருகின்றன. இதே 100 கோடி ஆண்டுகளில், ஒரு கிலோ மீட்டர் விட்டமுள்ள ஒரு பொருள் 50 கிலோமீட்டர்தான் அமிழ்ந்தவோ, உயரவோ செய்யும். பூமியினுள் பாறைகளது இந்த செங்குத்தான இடப்பெயர்ச்சியின்போது மிகுதியான ஆற்றல் வெளியிடப்படுகிறது. இதனுல் சில மண்டலங்களில் உருகிய திரட்சிகள் தோன்றக்கூடும். பாறைகள் சுருங்கி விடும் நிகழ்ச்சிப்போக்குகள் யாவற்றுக்கும் காரணமாய் அமைவதற்குப் போதுமான அளவில் இவ்விதம் ஆற்றல் வெளியிடப்படுகிறது.

இத்தொகுதியைச் சேர்ந்த மற்ருெரு விஞ்ஞானியான பனசேன்கோ, [G. D. Panasenko] பூமியின் உட்புற நிலை குறித்து மேலும் சிக்கலான கருத்துக்களை வெளியிடுகிருர். அணுவின் உள்ளமைப்பு பற்றிய பௌதிக, இரசாயன விதிகளை நாம் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும் என்கிருர்.

உதாரணமாய் பிளாட்டின அணு ஒன்றை, சுமார் 200 மீட்டர் உயரமுள்ள வானளாவிய மாஸ்கோப் பல்கலைக்

கழகக் கட்டடத்தின் பருமனுக்குப் பெரிதாக்குவதாய்க் கற்பனை செய்தோமாஞல், அந்த அணுவின் நிறையில் அனேகமாய் முழு அளவுக்கும் காரணமான அதன் உட்கருவின் பரிமாணம் ஒரு கன சென்டிமீட்டருக்கு மேல் இராது.

மின்னணுக் கவசங்களில் சில பிய்த்தெடுக்கப்பட்டு விடுமாஞல், அணுக்களை மேலும் நெருக்கமாய்த் திரளச் செய்ய முடியும். இந்நிலைமையில் அப்பொருள் இரசாயன இயைபில் மாற்றமடையாதிருப்பினும், சற்று அதிகமான அடர்த்தியும் எடையுமுடையதாகிவிடும். பூமியானது இரசாயன இயைபைப் பொறுத்த மட்டில் பல்வேறு மண்டலங்களாகப் பாகுபடுத்தப்பட்டிருப்பதாய்க் கொள்ள வேண்டியது அப்படியொன்றும் அவசியமில்லை என்று பனசேன்கோ கூறுகிருர். பூமியின் இரசாயன இயைபு மேற்பரப்பிலும் ஆழ்மட்ட மண்டலங்களிலும் ஒரே மாதிரியாகவே இருக்கலாம் என்கிருர்.

பூமியினுள் இருக்கும் பிரம்மாண்ட அழுத்தங்களுக்கு உட்பட்டு அணுக்களின் அமைப்பில் மாற்றங்கள் உண்டாகக் கூடும். பூமியின் மையத்தில் நிலவும் அழுத்தம் வளிமண்டல அழுத்தத்தைப் போல் 30 லட்சம் மடங்கு கூடுதலாயிருக்க வேண்டுமென கணக்கீடுகள் புலப்படுத்துகின்றன. பூமி நடுப் பகுதிக்கும் உள்ளடுக்குக்கும் இடையிலுள்ள எல்லையில் அழுத்தம் வளிமண்டல அழுத்தத்தைக் காட்டிலும் 15 லட்சம் மடங்கு கூடுதலாய் இருக்கும். இந்தப் பிரம்மாண்ட அழுத்தமானது அணுக்களின் கட்டமைப்பை மாற்றிவிடக் கூடியதாகவே இருக்கும் என்பது தெளிவு. அங்குள்ள அணுக்களின் நிலை மேற்பரப்பில் நாம் காணும் நிலையைப் போன்றதாய் இராது. அவற்றின் உள்ளமைப்பிலும், அவற்றின் இட அமைவின் அடர்த்தியிலும் மாற்றங்கள் ஏற்படவே செய்யும்.

ஒத்த இரசாயன இயைபுடைய பாறைகளாயினும் வெவ்வேறு ஆழங்களில் அவை வெவ்வேறு அடர்த்திகளுடையனவாய் இருக்கும். இந்த அடர்த்தி மாறுபாடுகள் திடுதிப்பென ஆங்காங்கே ஏற்படக்கூடும்.

தமது வெளிப்புற மின்னணுக் கவசங்களை இழந்துவிடும் அணுக்கள் உலோக இயல்புகளைப் பெறுவது தெரிந்ததே. பூமியின் உட்பகுதி இரும்பாலானதாக இருக்க வேண்டுமெனக் கருதுவது அவசியம்தானா? அணுக்களில் ஏற்பட்ட மாற்றத்தின் காரணமாய் உலோக இயல்புகளைப் பெற்றுவிட்ட வேறொரு பொருளாலானதாகவும் இருக்கலாமே.

பூமியின் அடர்த்தி, பூமி மேற்பரப்பின் அடர்த்தி ஆகிய இவ்விரு புள்ளிகளுக்கும் இக்காலத்தில் விஞ்ஞானிகள் மேற்கூறிய முறையிலேதான் விளக்கம் கூற முயலுகிறார்கள்.

அணுவின் மூலத் துகள்களிடையே, புவியீர்ப்புக்கு ஆதார மூலத் துகளாய் ஈர்ப்பணு [graviton] என்பதாக ஒன்று இருக்கக்கூடுமென அண்மையில் ஒரு கருத்து முன்வைக்கப்பட்டது. மூலத் துகள்களுடைய ஆயுட்காலத்தில் ஈர்ப்பணுவானது ஒரு நேரணுவையும் [positron] ஒரு மின்னணுவையும் [electron] அளித்திடலாம்; பிற மூலத் துகள்களாகவும் அது சிதைவுறலாம். இந்த ஈர்ப்பணுக் கருதுகோள் மெய்யானால், நமக்குப் புதிய திருஷ்டியும், பொருளின் எடை ஆழத்துக்கேற்ப மாறுகிறதென நிரூபிப்பதற்கான புதிய சாத்தியக்கூறுகளும் ஏற்படும். புவியீர்ப்பைச் சமாளிக்கும் பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காணும் நிலையை நாம் நெருங்கிவிட்டோம் எனலாமா?

புவியீர்ப்புக் குறித்தகவல் தொகுப்புக்கான அடிப்படை விளக்கம் இன்னும் முழுமையாகக் காணப்பட்டாகவில்லை. விஞ்ஞான, தேசப் பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த

பல பிரச்சினைகள் இந்தப் பணி நிறைவேற்றப்படுவதைச் சார்ந்துள்ளன. பூமியின் உள்ளமைப்பு பற்றிய ஒருமித்த தத்துவம் வகுக்கப்படும் காலம் தொலைவில் இல்லை என்பதாகவே தோன்றுகிறது. இத்தத்துவம் வகுக்கப்பட்டதும் பல புதிய வாய்ப்புகள் — முக்கியமாய் கனிமவள ஆராய்ச்சித் துறைக்கும் சுரங்கத் தொழிலுக்கும் பல புதிய வாய்ப்புகள் — தோன்றிவிடும்.

வெப்பமும் குளிரும்

பேராசிரியர் ஷ்க்லோவ்ஸ்கிய் [I. S. Shklovsky] எழுதிய **பேரண்டம், உயிரினம், அறிவாற்றல்** என்னும் சுவையான புத்தகத்தில் அவர் பின்வரும் கேள்வியை எழுப்புகிறார்: ''பூமியில் உயிரினங்கள் உண்டா?'' பிற கிரகங்களில், குறிப்பாய்ச் செவ்வாய்க் கோளில் வாழக்கூடிய அறிவுத்திறன் படைத்த ஜீவன்களுடைய கண்ணோட்டத்தின்படி பரிசீலிப்பதற்காக எழுப்பப்படும் ஒரு கேள்வி இது.

வெளியிலிருந்து பூமியைப் பார்ப்போருக்குத் தொடக்கத்தில் கிடைக்கக்கூடிய சித்திரம் அவ்வளவாக ஆர்வமூட்டுவதாய் இராது. பூமியின் வெப்பநிலையை நிர்ணயிக்க முற்படுகையில் நமது அண்டைக் கோள்களில் வாழ்வோர் குறிப்பிடத்தக்கச் சில விவரங்களைக் கண்டுபிடிப்பார்கள். வளிமண்டலத்தின் மேற்பரப்பினுடைய வெப்பநிலை மிகவும் அதிகமாயிருப்பதைக் காண்பார்கள். இதிலிருந்து அவர்கள் பூமியில் இந்த உயர் வெப்பநிலையில் உயிர்வகைகள் இருக்க முடியாது என்ற முடிவுக்கே வருவார்கள்.

அதேபோதில் புரியாப் புதிராகத் தோன்றும் மற்றொரு உண்மையையும் அவர்கள் காண்பார்கள். இந்த உயர்ந்த

வெப்பநிலையிலுங்கூட பூமி ஒளிவிடவில்லை என்பதைக் காண் பார்கள். ரேடியோ தொலைநோக்கிகளைக் கொண்டு வளி மண்டலத்தின் அடியடுக்குகளுடைய வெப்பநிலையை ஆராய் வார்களானால், அவர்கள் மேலும் வியப்படைய நேரிடும். இந்த அடியடுக்குகளில் வெப்பநிலை 100 டிகிரியிலிருந்து மிகவும் குறைந்துவிடுவதுடன், சில நேரங்களில் உறைநிலைத் தானத்திற்கும் கீழே வெகுவாய்க் குறைந்துவிடுகிறது. இந் நிலைமைகளில் உயிரினங்கள் இருப்பது சாத்தியமே என்பதாக அவர்களுக்குத் தோன்றும்.

வெளியிலிருந்து ஆராய்வோருக்கு நமது புவிக்கோளம் போடும் புதிர்களாகும் இவை. ஆனால் இங்கிருந்தே அதனை ஆராயும் நமக்கும் அது இதே போல விநோதமான, வியக்கத் தக்கப் புதிர்கள் போடுகிறது.

1963ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் வானியலாளர்கள் அண்மை ஆண்டுகளில் கிடைத்த விஞ்ஞான விவரங்கள் சிலவற்றை விவாதிப்பதற்காக கோர்க்கிய் நகரில் ஒன்றுகூடி னர். கோர்க்கிய் விஞ்ஞானிகளது குழு ஒன்று நடத்திய ஆராய்ச்சி இவர்களுடைய கவனத்தைக் கவர்ந்தது. இக் குழுவினர் கிரீமியாவில் ஐய்-பெத்ரி மலைச் சிகரத்தில் ஏறத் தாழ 5 மீட்டர் விட்டமுள்ள ஒரு செயற்கைச் சந்திரனை அமைத்திருந்தனர். உண்மைச் சந்திரனது மேற்பரப்பை ஆராய்ந்தபோது கிடைத்த விவரங்களைச் சரிபார்ப்பதற் காக இந்த மாதிரிச் சந்திரன் அமைக்கப்பட்டது.

விஞ்ஞானத்தில் டாக்டர் பட்டம் பெற்ற (பௌதிக வியலிலும் கணிதவியலிலும்) பேராசிரியர் திரோயித்ஸ்கியின் [V. Troitsky] தலைமையில் இயங்கிய இக்குழுவினர் பல விநோத உண்மைகளை நிலைநாட்டினர்.

முதலாவதாக இவர்கள் சந்திரனது மேற்பரப்பாய் அமைந்துள்ள பாறைகள் எவ்வகைப்பட்டவை என்பதை நிர்ணயித்தனர். வெப்பம் கடத்தும் திறனில் இவை நமது நடுநிலை, கார, அமிலப் பாறை வகைகளைப் பெரிதும் ஒத்திருக்கின்றன என்பது தெரிந்தது. சந்திர மண்டலப் பாறைகள் கேப்ரோ, டையோரைட்டு, கருங்கல் பாறைகளே ஆகும்.

சூரியக் கதிர்களின் வெப்பம் காரணமாய் சந்திரனது மேற்பரப்பின் வெப்பநிலை கடுமையான ஏற்றவிறக்கங்களுக்கு உள்ளாகிறது என்பது தெரிந்தது. ஆனால் மேற்பரப்புக்கு அடியில் ஒப்பளவில் குறைவான ஆழத்திலேயே வெப்ப நிலை ஏறத்தாழ மாற்றமின்றி நிலையானதாகிவிடுகிறது. இன்னும் கீழே செல்லச் செல்ல வெப்பநிலை அதிகரித்துச் செல்கிறது; 50 அல்லது 60 கிலோமீட்டர் ஆழத்தில் 1,000 டிகிரியை எட்டிவிடுகிறது.

சந்திரனுடைய வெப்பநிலை வளைகோட்டுப் படத்தை [temperature curve] வரைவதில் அவர்கள் வெற்றிபெற்ற னர். இந்த வளைகோடு தொடர்ந்து உயர்ந்து செல்கிற தென்பது தெரிந்தது. இங்கு நாம் பூமியில் காணும் நிலைமையுடன் இது முழுக்க முழுக்க ஒத்திருக்கிறது என்ற முடிவுக்கு இந்த விஞ்ஞானிகள் வந்தனர்.

ஆனால் பூமியில் நாம் காண்பதாகக் கூறுவது சரிதானா? பூமியின் வெப்பநிலை வளைகோட்டுப் படத்தை விஞ்ஞானி களால் வரைய முடிகிறதென்று சொல்ல முடியுமா? இந்தக் கேள்விக்கு ஓரளவு சம்பாவிதமான பதிலே கூற முடியும். இக்கேள்வியை சமமற்ற இரு கூறுகளாகப் பிரித்துக் கொண்டு, ஒவ்வொரு கூறுக்கும் தனித்தனியே பதிலளிக்க வேண்டியுள்ளது. பூமியின் வளிமண்டலத்தினுடைய வெப்ப

நிலைகள் பூமியின் உட்பகுதிகளுடையவற்றிலிருந்து பெரிதும் மாறுபடுகின்றன.

வளிமண்டலத்தின் வெப்பநிலை வளைகோட்டுப் படங்களைத் துல்லியமாக வரைந்துவிடலாம். செவ்வாய்க் கோளின் மேற்பரப்பிலிருந்து பார்த்துக் குறித்துக் கொள்ளக் கூடிய விவரங்களை அண்மை ஆண்டுகளில் பூமியில் செய்யப்பட்ட ஆராய்ச்சிகள் உறுதி செய்வதாயுள்ளன. வளிமண்டலத்தின் உயர்மட்டங்களில் வெப்பநிலை மிகவும் உயர்ந்துவிடுகிறது; பூமியின் மேற்பரப்பை நெருங்கி வரவரக் குறைந்து செல்கிறது. இங்கு நாம் வெப்பநிலையில் இரு அடிவரம்புகளையும், இரு உச்சவரம்புகளையும் காண்கிறோம். இவை ''விண்ணின்'' வெப்பநிலை வளைகோட்டுப் படங்களின் வகையையும் தன்மையையும் நிர்ணயித்துவிடுகின்றன.

பூமியின் மேற்பரப்புக்குமேல் 50-70 கிலோமீட்டர் உயரத்திலும், 10-30 கிலோமீட்டர் உயரத்திலும் மிகவும் குளிர்ந்த மண்டலங்கள் அமைந்திருக்கின்றன. வெப்பநிலை உச்சவரம்புகள் 100-150 கிலோமீட்டர் உயரத்திலும், 40-50 கிலோமீட்டர் உயரத்திலும் உள்ளன. குளிர்ந்த மண்டலங்களில் வெப்பநிலை உறைநிலைத் தானத்துக்குக் கீழே 70-75 டிகிரிக்குக் குறைந்துவிடுகிறது. வெப்ப மண்டலங்களில் அது 100 டிகிரிக்கும் அதற்கும் மேலும் உயர்ந்துவிடுகிறது. மேல்மட்ட உச்சவரம்பில் அது பல ஆயிரம் டிகிரியை எட்டிவிடுகிறது. புவிபௌதிக ராக்கெட்டுகளும் செயற்கை பூமித் துணைக்கோள்களும் அடங்கலாய் நவநவீன விவரப்பதிவு முறைகளைக் கையாண்டு நாம் இந்த உண்மைகளைத் தெரிந்து கொண்டோம்.

ஆனல் செவ்வாய்க் கோளிருப்போர் நமது புவிக் கோளத்தின் உட்புறஅடுக்குகளுடைய வெப்பநிலையை—குறிப்

பாக உள்ளடுக்கு, நடுப்பகுதி ஆகியவற்றின் வெப்பநிலையை — நிர்ணயிக்க முயலுவார்களானால், மிகப் பெரும் தடை மதில்கள் அவர்களை வழிமறித்து நிற்கும். துரதிஷ்டவசமாய் பூமியிலுள்ளவர்களான நாமும் இந்த விவகாரத்தில், அவர்களைவிட சிறப்பான நிலையில் இல்லை. பல கற்பிதங்களும் கருதுகோள்களும் உள்ளன என்பது மெய்தான் (செவ்வாய்க் கோளினரும் இவற்றை முன்வைத்திருக்க முடியும். வெள்ளிக் கோளினுடைய வெப்பநிலை குறித்து நம்மிடையே நடைபெற்ற சர்ச்சை இச்சந்தர்ப்பத்தில் நினைவுகூரத் தக்கது!). ஆனால் திட்டவட்டமான உண்மை விவரங்களைப் பொறுத்தவரை, அவை நம்மிடம் அறவே இல்லை என்றே கூற வேண்டியிருக்கிறது.

ஆழமாய்ச் செல்லச் செல்ல வெப்பநிலை படிப்படியாய் உயர்கிறது என்பது பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டிலேயே கவனிக்கப்பட்டது. சிறிய சுரங்கங்களிலும் அதிக ஆழமில்லாத குடைவுகளிலும் 33 மீட்டர் ஆழத்துக்குச் சராசரி ஒரு டிகிரி வீதம் வெப்பநிலை உயருகிறது. உலகெங்கும் பாடப்புத்தகங்களில் இந்த விவரம் தரப்பட்டது. இது மறுக்க முடியாத ஒன்றாக ஏற்கப்படலாயிற்று. ஆனால் ஆழமான சுரங்க வேலைகள் துவக்கப்பட்டதும், இந்தச் சராசரிப் புள்ளிவிவரம் பூமியின் மேற்பரப்பு மண்டலங்களிலுங்கூட வெப்பநிலைகள் குறித்து இறுதியான முடிவுகளை வந்தடைவதற்கான ஆதாரமாக அமைய முடியாது என்பது தெளிவாயிற்று! கண்டங்களினுள் பல்வேறு பகுதிகளிலும் வெப்பநிலைகளில் கடுமையான ஏற்றத்தாழ்வுகள் இருப்பது தெரியலாயிற்று. சில சந்தர்ப்பங்களில் அவை சராசரியைவிட மிகவும் அதிகமாகிவிடுவதும், வேறு சில சந்தர்ப்பங்களில் மிகவும் குறைந்துவிடுவதும் தெரிய வந்தது. சில இடங்

களில் தொடக்கத்தில் வெப்பநிலை அதிகரித்துச் சென்று, பிறகு வெகுவாகக் குறைய ஆரம்பித்தது. இவ்வாறாக, மேலோட்டில் ஒவ்வொரு பகுதியும் அதற்கேயுரிய வெப்ப நிலை முறைமைகளைப் பெற்றிருப்பதாகத் தோன்றியது.

உதாரணமாய், கோலாத் தீபகற்பத்தில் 150-160 மீட்டர் ஆழத்துக்குச் சராசரி ஒரு டிகிரி வீதம் வெப்பநிலை உயர்ந்து செல்கிறது. வோல்கா ஆற்றின் நடு பகுதியில் பல எண்ணெய்க் கிணறுகளிலும் ஏறத்தாழ இதே போன்ற அதிகரிப்பு குறிக்கப்பட்டுள்ளது. தவிரவும் இந்த வெப்பநிலை மாறுதல்கள் கூர்முனைகள் இல்லாத வழவழப்பான வளை கோட்டில் ஏற்படுவதில்லை, தாவுபடிகளில் ஏற்படுகின்றன; பல சந்தர்ப்பங்களில் திடீர் பாய்ச்சல்களிலும் ஏற்படுவ துண்டு. அடித்தரையில் ஓடிக்கொண்டிருக்கும் நீரையே இவைப் பொறுத்திருக்கின்றன.

தெற்கு யூரலில் யான்கான்-தாவு என்றொரு ஊர் இருக்கிறது. அங்கு ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க ஆரம்பத்தில் வெப்பநிலையும் அதிகரித்துச் சென்று, 300 மீட்டர் ஆழத்தில் உறைநிலைத் தானத்துக்குமேல் 300 டிகிரியை எட்டுகிறது; பிறகு ஆழம் மேலும் அதிகரித்தவுடன், திரும்பவும் குறையத் தொடங்குகிறது. இங்கு நாம் கடுமையான வெப்பநிலைக் குறைபாடு நிலவுகிறது என்கிறோம். இது இங்கு நடைபெறும் கரியத்தின் உயிரதையாக்கத்துடனோ, கதிரியக்கச் சிதைவுடனோ [radioactive decay] சம்பந்தப்பட்டதாய் இருக்கலாம். உச்சவரம்பு வெப்பநிலை இருக்கும் மண்டலத்திலிருந்து வெளிவரும் வாயு சிறிதளவு கதிரியக்கமுடையதாக இருப்பது கவனிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

வெப்பநிலைக் குறைபாட்டுக்குரிய வேறு பல பகுதிகளும் புவிக்கோளத்தில் இருப்பது தெரிய வந்துள்ளது. இந்த

வெப்பநிலைக் குறைபாடுகள் எல்லா விதிகளையும் மீறிச் செல்வதாயுள்ளன.

ஆனால் 33 மீட்டர் ஆழத்துக்குச் சராசரி 1 டிகிரி வீதம் வெப்பநிலை உயருகிறது என்பதைப் பொது விதியாக ஏற்றுக் கொள்வோமாயின், பூமியின் நடுப்பகுதி மண்டலத்தில் இருக்க வேண்டிய வெப்பநிலைக்கு 2 லட்சம் டிகிரிக்குக் குறையாத பயங்கர இலக்கத்தைப் பெறுவோம்! இது போன்ற ஒரு வெப்பநிலை பூமியின் மையத்தில் உண்மையில் நிலவுமானால், நமது புவிக்கோளம் நெடுங்காலத்துக்கு முன்பே வெடித்து வாயு மேகமாக மாறியிருக்கும். எனவே தான், பூமியின் உட்புற மண்டலங்களது வெப்பநிலைகள் பற்றிய பிரச்சினைகள் வரும்போது விஞ்ஞானிகள் இந்த இலக்கத்தைத் தம் இஷ்டம் போலக் குறைத்துக் கொள்கிறார்கள்.

உதாரணமாய், கடந்த நூற்றாண்டின் இறுதியில் இப்பிரச்சினையை ஆராய்ந்த குட்டென்பெர்க், [Guttenberg] பூமியின் மேலோட்டுக்கு அடியில் வெப்பநிலை அனேகமாய் மாறாமல் ஒரே நிலையில் இருப்பதாகவும், நான்கு அல்லது ஐந்து ஆயிரம் டிகிரிக்கு மேற்படுவதில்லை என்பதாகவும் கொண்டார். ஏனைய விஞ்ஞானிகள் ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க வெப்பநிலை முறையாக உயருவதாகக் கூறினாலும், நடுப்பகுதியில் பத்தாயிரம் டிகிரியே உச்சவரம்பு வெப்பநிலையாகுமெனக் குறிப்பிடுகிறார்கள்.

பேரவை விஞ்ஞானி வெர்னத்ஸ்கிய் மட்டும்தான் 1934ஆம் ஆண்டிலேயே ஆழமாய்ச் செல்லச் செல்ல வெப்பநிலை குறையக் கூடும் என்னும் கருத்தை முன்வைத்தார். அவர் கூறியதை இப்புத்தகத்தின் தொடக்கத்தில் குறிப்பிடப்பட்ட 17ஆவது சர்வதேசப் புவியியல் காங்கிரசில் பல

விஞ்ஞானிகளும் கடுமையாக எதிர்த்தனர். மரபின் பிடிப்பு தான், ''வசதியான ஒரு கருதுகோள்'' பழக்கப்பட்டு விட்டதுதான் இதற்குக் காரணம்.

வெர்னுத்ஸ்கியின் கருத்துக்கு ஷ்மித்தின் தத்துவம் மகத்தான ஆதரவாக அமைந்தது. கதிரியக்க நிகழ்ச்சிகளைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொண்டதும், பூமியின் வெப்ப வரலாறு எவ்வளவு சிக்கலானது என்பதற்கு விஞ்ஞானிகளுக்குத் தக்க சான்று கிடைத்தது. பூமி முழுவதும் ரேடியமும் தோரியமும் உரேனியமும் ஓரளவுக்குச் சீராக வினியோகமாகியிருப்பதாகக் கொண்டால், பூமி சூடாகிக் கொண்டிருக்கவேண்டும். பலகாலத்துக்கு முன்னரே பூமி முற்றிலும் உருகிவிடும்படியான கட்டத்தைக் கடந்திருக்கும்படி கதிரியக்கப் பொருள்களின் சிதைவின் மூலம் வெப்பம் அவ்வளவு மிகுதியாகச் சேர்ந்திருக்க வேண்டும்.

விஞ்ஞானத்தில் காண்டிடேட் பட்டம்பெற்ற (பௌதிகவியலிலும் கணிதவியலிலும்) லியுபீமவா [Y. A. Lyubimova] சில காலத்துக்கு முன்பு சோவியத் யூனியன் விஞ்ஞானப் பேரவையின் பௌதிகவியல் கழகத்தில் பூமியின் வெப்பச் சமநிலை நிலவரத்தைக் கணக்கிட்டார். பூமியின் மேலோட்டிலுள்ள கதிரியக்கப் பொருள்களது வினியோகத்தின் சராசரிப் புள்ளிகளை ஆதாரமாகக் கொண்டு, அடியாழங்களிலும் இந்தப் பொருள்களின் அளவு இதேபோலத்தான் இருக்க வேண்டுமென லியுபீமவா கொண்டார். ஒருகாலத்தில் குளிர்ந்த நிலையில் இருந்த புவிக்கோளின் உட்கருவில் இதன் விளைவாய் வெப்பமிக்கத் திரட்சி ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும். பூமி பூராவும் முற்றிலும் உருகுவதற்கு எவ்வளவு காலம் பிடிக்கும் என்று அவர் கணக்கிட்டார். அடியாழங்களில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளையும், இந்த வெப்

பத்தால் பூகம்பங்களின் போக்கும், பூமி மேற்பரப்பு மண்டலம் பொருக்காகி வருவதும் எப்படி பாதிக்கப்படும் என்பதையும் நிர்ணயித்தார். தற்போது பூமி சூடாகி வருகிறதென இந்தக் கணக்கீடுகள் தெரிவிக்கின்றன.

ஆனால் பூமியின் எல்லா மண்டலங்களிலும் கதிரியக்கப் பொருள்கள் ஒரே சீராக வினியோகமாகியுள்ளதென இது வரையில் நிரூபிக்கப்பட்டாகவில்லை. ஆகவே பல விஞ்ஞானிகள் — முக்கியமாய் மேக்மாவாதிகளுடைய கண்ணோட்டத்தை ஏற்றுக் கொள்பவர்கள் — உருகியக் குழம்பு நிலைக் கட்டத்தை பூமி ஏற்கனவே கடந்துவிட்டதென்றும், இப்பொழுது அது குளிர்ந்து கொண்டு வருகிறதென்றும், புவிக் கோளத்தின் பரிமாணம் குறுகியதன் விளைவாகவே மலைத் தொடர்கள் தோன்றினவென்றும் கூறுகிறார்கள். இந்த நிகழ்ச்சிப்போக்கு வேகவைக்கப்பட்ட ஆப்பிள் உலருகையில் அதன் தோலில் சுருக்கங்கள் ஏற்படுவதற்கு ஒப்பானதாகுமெனக் கூறப்படுகிறது.

பூமியின் உள்ளடுக்கில் நடைபெறும் வெப்ப ஓட்டங்களைப் பற்றிய கருதுகோளின் ஆதரவாளர்களுடைய கண்ணோட்டமும் சுவையானதே. பூமியின் மேற்பரப்பு குளிர்ந்து செல்கிறதென்றும், ஆனால் அடியாழங்களிலிருந்து வெப்ப ஓட்டங்கள் வருகின்றனவென்றும், இவை வெப்பச் சமநிலையைப் பாதுகாக்கின்றனவென்றும் இந்த ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருதுகிறார்கள்.

ஆயினும் பேரவை விஞ்ஞானி வெர்னத்ஸ்கியின் கருத்தோட்டத்தை ஏற்று, கடந்த காலத்தில் பூமியின் வெப்பநிலை உயரவில்லை என்பதாகக் கொண்டால் என்ன? இவ்வாறு கொள்வோமானால், அடியாழங்களில், பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து நெடுந்தொலைவிலுள்ள மண்டலங்களில், உறை

நிலைத் தானத்துக்குக் கீழ்ப்பட்ட வெப்பநிலைகளுக்குரிய பகுதிகள் உண்டெனக் கற்பிதம் செய்துகொள்ளலாம். பூமியின் வளிமண்டலத்துடனும் அதன் வெளிப்புறக் கவசத்துடனும் பூமியின் உட்பகுதிகளையும் ஒப்புமை செய்யலாம். இத்துடன் இந்த ஊடகத்தின் தனிப் பண்புகளையும் இதன் பௌதிக நிலைமைகளையும் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்வோமாயின், பூமியின் ஆழ்மட்டங்களிலும் வெப்பநிலை உச்சவரம்புகளும் அடிவரம்புகளும் இருக்கலாமெனக் கொள்ளலாம். சிற்சில இடங்களில் வெப்பநிலை தனிமச் சுழியை [absolute zero] நெருங்கியதாய் இருக்கக்கூடும். பூமியின் அடியாழங்கள் திரவ நிலையில் இருக்க வேண்டுமென்று சுட்டிக்காட்டுவதாகக் கருத வேண்டியுள்ள நில அதிர்ச்சி குறித்தகவல்களின் புதிருக்கு இது தீர்வாகிவிடவில்லையா?

உறைநிலைத் தானத்துக்குக் கீழ் 273 டிகிரிக்கு அருகாமையிலான வெப்பநிலைகளில் மீத்திரவத்தன்மை [superfluidity] தோன்றத் தலைப்படுவது நமக்குத் தெரியும். இந்த வெப்பநிலைகளில் பாறைகள், சாதாரண வெப்பநிலைகளில் அவற்றுக்கு முற்றிலும் அந்நியமான புதிய இயல்புகளைத் திடீரெனப் பெறுகின்றன. அடியாழப் பொருள்களிடம் பல சிறப்பியல்புகள் காணப்படக் காரணம் என்னவென்பதை இது விளக்கவில்லையா?

நமது புவிக்கோளின் அடிவயிற்றில் வெப்பநிலை வினியோகத்தை நாம் ஆராய முற்படும்போது இவை போன்ற கேள்விகள்தான் எழுகின்றன. ஆகவே இரு வேறு கருத்துக்களும் தொடர்ந்து ஒன்றோடொன்று மோதிக் கொள்கின்றன. ஒரு கருத்தின்படி, நமது புவிக்கோளினுள் வெப்பநிலைகள் உயர்மட்டத்தில், மிகமிக உயர்மட்டத்தில் உள்ளன;

மற்ருென்றின்படி பூமியின் உட்புற மண்டலங்கள் குளிர்ந்த நிலையில் இருக்கின்றன. இவற்றில் எது சரியானது? விஞ்ஞானத்தால் இக்கேள்விக்கு இன்னும் பதிலளிக்க முடியவில்லை.

எந்தப் பாடப்புத்தகத்திலும் இடம் பெருதது

மங்கோலியத் தாத்தாரியர்களுடைய தாக்குதல்களை நாடோடி மக்கள் எதிர்த்து நின்று அவர்களை விரட்டியடித்தது பற்றிக் கூறும் அழகான பஷ்கீரியக் கதை ஒன்று உண்டு. மக்னீத்னயா* மலைக்கு அருகே கடும் போர் நடைபெற்றுக் கொண்டிருந்தது. இப்போரில் மாளாது எஞ்சிய ஒருசில வீரர்கள் இம்மலையை நோக்கிப் பின்வாங்க வேண்டியதாயிற்று. படையெடுப்பாளர்கள் ஏராளமான அம்புகளைப் பொழிந்த வண்ணம் தொடர்ந்து முன்னேறிச் சென்று அவர்களைத் தாக்கினர். ஆனல் இது என்ன மாயாஜாலம்? திடுக்குற்றுவிட்ட விற்படையினரின் கண் முன்னே, அவர்களுடைய அம்புகள் எல்லாம் குறியை விட்டுத் திசை திரும்பி எங்கோ சென்றன. நாடோடி வீரர்கள் வீரமுடன் பாதுகாத்து நின்ற அந்தக் காந்த மலை பகைவர்களுடைய அம்புகளைக் கவர்ந்திழுத்துக் கொண்டுவிட்டன. மிரண்டுவிட்ட மங்கோலியத் தாத்தாரியர்கள் இது மந்திரஜாலமாகத்தான் இருக்குமென முடிவு செய்து, ஓட்டம் பிடித்துவிட்டனர்!

காந்தத்துக்குள்ள கவர்ச்சி இயல்பை மக்களது கதை இவ்வாறு சித்தரிக்கிறது. ஆனல் மக்னீத்னயா மலையிலோ, வேறு எந்த படிவத்திலோ இருக்கும் அயக்காந்தக் கற்கள்

---

* ருஷ்ய மொழியில் மக்னீத்னயா என்ருல் 'காந்தத் தன்மை கொண்ட' என்று பொருள்—**மொழிபெயர்ப்பாளர்.**

[magnetite] இந்த அளவுக்குக் கவர்ச்சி சக்தி பெற்றவை யல்ல என்பது நமக்குத் தெரியும். இரும்புப் பொருள்களைக் கவர்ந்திழுக்கக் கூடிய அயக்காந்தக் கல் ஒன்றைக் காட்சி யில் வைப்பதென முன்பு ஒரு முறை ஸ்வெர்திலோவ்ஸ்க் சுரங்கக் கல்லூரியின் பொருட்காட்சிசாலையில் முடிவு செய்தனர். ஆயினும் பல நூறு கற்களை ஆராய்ந்தும்கூட, இரும்பு ஊசிகளையும் சிறிய ஆணிகளையும் நன்கு கவரவல்ல ஒரேவொரு கல்தான் கிடைத்தது. இந்தக் காந்தத்தால் ஓர் அம்பைக் கவர்ந்திழுத்துவிட முடியாது.

பள்ளிக்கூடங்களில் சாதாரணச் சோதனைகளுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் காந்தம் ஒன்றை எடுத்துக் கொள்வோமாயின், அது திசைக்காட்டிக் கருவியின் ஊசியின் ஒரு முனையைக் கவர்வதையும் மற்றொன்றை எதிர்த்துத் தள்ளுவதையும் காணலாம். பூமியிடம் காணப்படும் காந்த சக்திக்கு என்ன காரணம் என்று விளக்கம் காண முயலும்போது, நம்மை அறியாமலே இந்த ஒப்புமையின் அடிப்படையிலே சிந்தித்து, பூமியினுள் மாபெரும் இரும்புத் தண்டு ஒன்று மறைந்திருப்பதாகக் கற்பனை செய்து கொள்கிறோம்.

ஆனால் உண்மையில் பூமியினுள் இத்தகைய இரும்புத் தண்டு ஒன்று இருக்கிறதா? மேக்மாவாதிகளுடைய கருது கோளை ஒத்துக் கொண்டு, பூமியின் வளர்ச்சிக் கட்டங்களில் ஒன்று தேனிரும்பு குளிர்ந்து கெட்டியாவதை ஒத்திருப்பதாய்க் கொள்வோமாயின், காந்த சக்தி கொண்ட இரும்புத் தண்டுடனான ஒப்புமை இயல்பாகவே தோன்றிவிடுகிறது. ஆனால் கியுரீநிலைத் தானம் [Curie point] என்னவது? கியுரீ நிலைத் தானம் என்பது இரும்பு அதன் காந்த இயல்புகளை இழந்துவிடும் 760 டிகிரி சென்டிகிரேட் வெப்பநிலையைக்

குறிப்பதாகும். ஆகவே பூமியின் உட்புறத்தில் வெப்ப நிலை 760 டிகிரிக்குக் குறைவாகவே இருக்க வேண்டும் என்றுகிறது. ஆனல் இந்த முடிவு மேக்மாவாதிகளுக்குச் சிறிதும் பொருத்தமானதாயில்லை. பூமியின் நடுப்பகுதி உருகிய குழம்பு நிலையிலுள்ளது என்ற அவர்களது தத்துவத்துக்கு இம்முடிவு நேர்முரணனது.

பூமியினுள் இரும்புத் தண்டு ஒன்று உள்ளதென்ற கற்பிதத்தையும், பூமி நடுப்பகுதி மிக உயர்ந்த வெப்பநிலையில் இருக்கிறதென்ற கருத்தையும் ஒன்றுக்கொன்று இசைவானதாக்கும் பொருட்டு, விஞ்ஞானிகள் சில கணிதக் கணக்கீடுகளை மேற்கொள்கின்றனர். இந்தக் கணக்கீடுகளில் ஒன்று கியூரீநிலைத் தானம் அழுத்தத்துக்கு ஏற்ப மாறுகிறதென்றும், வளிமண்டல அழுத்தத்தைப் போல் 30 லட்சம் மடங்குள்ள அழுத்தங்களில் இத்தானம் 4,240 டிகிரியாக உயர்ந்துவிட வேண்டுமென்றும் காட்டுகிறது.

காந்தக் குறித்தகவல் தொகுப்பு!... இதனைத் திறம்பட புரிந்து கொண்டாக வேண்டும். காந்த ஊசி பாதிக்கப்படுவது பற்றிய தகவல்கள் பலதரப்பட்டவை.

சுமார் 300 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு லண்டன் ராயல் கழகத்தினர் திசைகாட்டும் கருவியின் காந்த ஊசி பாதிக்கப்படுவது பற்றிய விவரங்களை முறையாகப் பதிவு செய்வதெனத் தீர்மானித்தனர். அதன் சாய்வை [inclination] முதலில் ஆராயத் தொடங்கினர். இந்த ஊசி காட்டுவது காந்தத் துருவமே அன்றி பூகோள துருவமல்ல என்பது தெரிந்ததே. இந்த ஊசி காட்டும் திசைக்கும் பூகோளத் தீர்க்க ரேகைக்கும் குறிப்பிட்ட கோணம் எப்பொழுதும் இடையிலுள்ளது. இந்தக் கோணத்துக்குத்தான் சாய்வு என்று பெயர். புவிக்கோளத்தின் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் இந்தக் கோணம் எவ்

வள்வு என்பதைக் குறித்துக் கொள்ளலாம். சமமான சாய்வுகளையுடைய புள்ளிகள் வழியே கோடுகள் வரைந்தால் புவிக்கோளத்தின் காந்தத் தீர்க்க ரேகைகள் [magnetic meridians] கிடைத்துவிடும்.

மாலுமிகளுக்கும் விமானிகளுக்கும் இந்தச் சாய்வுகள் தெரிந்திருக்க வேண்டியது மிகவும் முக்கியமாகும். முன்பெல்லாம் கப்பலின் கடற் பாதையைக் கணிக்கையில் திசைநிலைகளைக் குறித்துக் கொள்வதற்கு இந்தக் காந்த ஊசிதான் பிரதான சாதனமாய்ப் பயன்பட்டு வந்தது. முன்னூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்பு லண்டன் ராயல் கழகத்தினர் பதிவு செய்த விவரங்கள் இன்றுங்கூட நமக்கு மிகவும் பயனுள்ளவையாகும். சாய்வையும் பிற விவரங்களையும் கொண்டு பூமியின் முறையான காந்தப் புலனை நாம் நிர்ணயிக்கலாம். இந்த முறையான காந்தப் புலன் அதற்குரிய தனி விதிகளுக்கு உட்பட்டுள்ளது. அது மாருமல் ஒரே நிலையில் இருக்கவில்லை; எந்நேரமும் மாறிக் கொண்டே இருக்கிறது என்று தெரிய வந்துள்ளது. தற்காலத்தில் எல்லாப் பிரதான புவிபௌதிக ஆய்வுக்கூடங்களும் இந்த விவரங்களைப் பதிவு செய்து கொள்கின்றன.

முறையான காந்தப் புலனை இன்னும் கருராய் நிர்ணயிப்பதற்காக இந்த ஆய்வுக்கூடங்கள் சாய்வை மட்டுமின்றி காந்தச் சரிவுக் கோணத்தையும் [magnetic dip] குறித்துக் கொள்கின்றன. பூமத்திய ரேகைக்கு அருகிலுள்ள மண்டலங்களில் மட்டும்தான் திசைக்காட்டும் கருவியின் ஊசி அடிவானக் கோட்டுடன் இணைந்த நிலையை அடைகிறது. காந்தத் துருவங்களில் இவ்வூசி அனேகமாய்ச் செங்குத்து நிலையில் இருக்க வேண்டும். மத்திய அட்ச ரேகைகளில் இந்த ஊசி அடிவானத்திலிருந்து பல்வேறு கோணங்

களில் சரிந்து விடுகிறது. புவிக்கோளத்தில் சமமான சரிவுக் கோணங்களுக்குரிய புள்ளிகளை இணைத்திடும் கோடுகள் ஏறத்தாழ அட்ச ரேகைகளுடன் இணைந்துவிடுகின்றன.

காந்த ஊசிக்கும் துருவத்துக்குமுள்ள கவர்ச்சி சக்தி காந்தப் புலனின் மூன்றுவது உறுப்பு விசையாகக் கூறப் படுகிறது. இது அளக்கப்பட்டு, குறிப்பிட்ட மதிப்புகளாக எடுத்துரைக்கப்படுகிறது. இந்த சக்தி பூமத்திய ரேகைக்கு அருகில் இருப்பதைக் காட்டிலும் துருவங்களுக்கு அருகில் மிகவும் அதிகமாகிவிடுகிறது.

காந்தத் துருவங்களை இணைத்து புவிக்கோளத்தின் குறுக்கே வரையப்படும் கற்பனைக் கோட்டுக்குக் காந்த அச்சு என்று பெயர். இந்தக் கோடு பூமியின் மையத்தின் வழியே செல்லாமல், அதனிடமிருந்து 1,200 கிலோமீட்டர் விலகிச் செல்கிறது என்பதைக் காணலாம். ஆகவே பூமியின் காந்தப் புலனுக்கு இரும்புத் தண்டுதான் காரணம் என்றுல், இந்தக் காந்த ஆதாரம் புவிக்கோளின் மையத்தை விட்டு வெகுவாக விலகி, பூமி மேற்பரப்பின் ஒரு பகுதியை ஒட்டினுற்போல் இருக்க வேண்டும்.

ஆனுல் திரும்பவும் உண்மைகளுக்கு முரணுன ஒரு நிலையையே வந்தடைகிருேம். நில அதிர்ச்சி அலைகள் மூலம் கிடைத்த விவரங்களின்படி பூமியின் உள்ளமைப்பு எப்படி இருக்க வேண்டுமென பரிசீலித்தபோது, நமது புவிக்கோளின் உட்புறம் பொது மையத்தையுடைய புவியுருண்டைகளானது என்றும், பூமியினுடைய மேற்பரப்பின் மையத்துக்கு வேற்றுமையான மையத்தையுடைய புவியுருண்டை எதுவுமில்லை என்றும் கண்டோம். நில அதிர்ச்சித் தகவலுக்கும் காந்தத் தகவலுக்கும் இடையிலுள்ள இந்த முரண்பாட்டுக்குத் தீர்வு காண்பது எப்படி? இதிலிருந்து பெறக்

கூடிய முடிவு ஒன்றே ஒன்றுதான்: பூமியினுள் இரும்புத் தண்டு எதுவும் இல்லை என்பதே அது!

பூமியில் பல இடங்களில் முறையான காந்தப் புலன் களங்கமடைவதைக் காண்கிறோம். இந்த மண்டலங்களில் கடுமையான குறைபாடுகள் காணப்படுகின்றன. சில சந்தர்ப் பங்களில் துருவத்தைத் தவிர வேறு எந்தத் திசையையும் காட்டும் அளவுக்குக் குறைபாடு கடுமையாகி விடுகிறது. சோவியத் யூனியனில் இது போன்ற மிகப் பெரிய காந்தக் குறைபாடுகளில் ஒன்று கூர்ஸ்க், பேல்கொரொத் பிராந் தியங்களிலும் இவற்றின் சுற்றுப்புற பிராந்தியங்களிலும் உள்ளது; கூர்ஸ்க் காந்தக் குறைபாடு என்று இது அழைக்கப்படுகிறது.

இந்தக் குறைபாட்டை மாஸ்கோ பல்கலைக்கழகப் பேராசிரியராயிருந்த லேய்ஸ்த் [Leist] அக்டோபர் புரட்சிக்கு முன்பே ஆராய்ந்திருந்தார். கடுமையான குறை பாட்டு மண்டலங்களையும் ஒப்பளவில் பலவீனமான குறை பாட்டுக்குரிய பகுதிகளையும் அவர் பதிவு செய்திருந்தார். பூமியினுள் இரும்பு பெரிய அளவுகளில் குவிந்திருந்ததே இந்தக் குறைபாட்டுக்குக் காரணம் என்று அவர் குறிப் பிட்டார்.

புரட்சியின்போது லேய்ஸ்த்தின் பதிவுக் குறிப்புகள் நாட்டை விட்டு வெளியே எடுத்துச் செல்லப்பட்டுவிட்டன. சோவியத் ஆட்சியின் ஆரம்ப ஆண்டுகளில் ஜெர்மானியர் கள் திரும்பவும் இவற்றை சோவியத் சர்க்காருக்கு விற்க முயன்றனர். இப்பிரச்சினையைத் தாமே நேரில் பரிசீலித்த பின் வி. இ. லெனின் லேய்ஸ்த்தின் குறிப்புகளை வாங்க மறுத்துவிட்டு, கூர்ஸ்க் காந்தக் குறைபாட்டை ஆராய் வதற்கான புதியதோர் ஆராய்ச்சிக் குழுவுக்குத் தலைமை

தாங்கும் பொறுப்பை புவியியலாளர் குப்கினிடம் ஒப்படைத்தார். இப்பணி தொடர்ந்து பலகாலத்துக்கு நடைபெற்று, இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பிறபாடுதான் முடிவடைந்தது. மேற்பரப்பை ஒட்டினாற்போல இரும்புத் தாது இருக்கும் பரப்புகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இதன் விளைவாய் பேல்கொரொத் திறந்த வெளிச் சுரங்கமும் ஏனைய பல சுரங்கங்களும் இன்று சோவியத் யூனியனது மையப் பகுதிகளிலுள்ள இரும்பு, உருக்கு ஆலைகளுக்கு உயர்ந்தரக அயக்காந்தத் தாதுவைப் பெரிய அளவில் உற்பத்தி செய்து அனுப்புகின்றன.

குறைவான மதிப்பீட்டின்படிக்கூட கூர்ஸ்க் காந்தக் குறைபாட்டு மண்டலத்தில் உலகின் இரும்புத் தாது வளங்களில் பாதிக்கு மேற்பட்டவை அடங்கியுள்ளன என்று தெரிகிறது.

இது போன்ற பிரதான காந்தக் குறைபாட்டு மண்டலங்கள் மற்றும் பல இடங்களிலும் இருப்பது தெரிய வந்துள்ளது. உதாரணமாய் ஆர்க்டிக் பெருங்கடலில் நீருக்கடியிலுள்ள லொமனோசோவ் மலைத்தொடரை ஒட்டினாற் போல் காந்தக் குறைபாட்டு மண்டலம் வியாபித்திருக்கிறது. தெற்கு அட்லாண்டிக் பெருங்கடலிலும் கடுமையான காந்தக் குறைபாட்டு மண்டலம் ஒன்று உள்ளது. உலகின் பிற பகுதிகளிலும் பல இருக்கின்றன. இந்தக் குறைபாட்டு மண்டலங்களில் மிகப் பெரும்பாலானவை ஆராயப்பட்டு பூகோளப் படங்களில் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. புவியியலாளர்கள் இவற்றில் பலவற்றையும் ஆராய்ந்துள்ளனர். காந்தத் தகவல் விவரங்கள் பல சந்தர்ப்பங்களில் துறப்பணத் துளைகள் மூலம் ஊர்ஜிதம் செய்யப்பட்டிருக்கின்றன.

பூமியின் மேற்பரப்புக்கு ஒப்பளவில் அருகாமையிலுள்ள பல்வேறு பிரிவுகளிலிருந்தும் ஓரளவு சக்திமிக்க காந்தத் தகவல்கள் நமக்குக் கிடைக்கின்றன என்று தெரிய வந்துள்ளது. பூமி மேலோட்டின் உள்ளமைப்பில் காணப்படும் சில விசேஷ இயல்புகளுடன் இவை சம்பந்தப்பட்டவை. காந்தத் தகவல் தொகுப்புக்கு விளக்கம் அறியப்பட்டதும், சோவியத் நாட்டின் ஐரோப்பியப் பகுதியில் வண்டற்படிவுகளுக்கு அடியிலுள்ள கருங்கல் அடுக்கின் மேற்பரப்பில் சில இடங்களில் புடைப்புகளும் வேறு சில இடங்களில் ஆழமான பெரிய குழிவுகளும் இருப்பது தெரியலாயிற்று. துறப்பணத் துளைகள் மூலம் இது ஊர்ஜிதம் செய்யப்பட்டது. சோவியத் நாட்டின் ஐரோப்பியப் பகுதியின் அடித்தளத்தினுடைய புடைப்புருவை இவ்வாறு ஓரளவு தெரிந்து கொள்ள முடிந்தது.

சில இடங்களில் இவ்வடித்தளம் மேற்பரப்பை நெருங்கி உயர்ந்து வந்துவிடுகிறது. கரேலியாவிலும், கோலாத் தீபகற்பத்திலும் உக்ரேனியாவிலும், வாரோனேஷ் நகருக்கு அருகிலும் இதைக் காண்கிறோம். வேறு சில இடங்களில் அது மிகவும் ஆழத்தில் அமைந்திருக்கிறது. சராப்பூல் நகருக்கு அருகிலும், தாத்தார், பஷ்கீரிய சுயாட்சி சோவியத் சோஷலிசக் குடியரசுகளைச் சேர்ந்த அண்டைப் பகுதிகளிலும், பேர்ம் பிராந்தியத்திலும் — சராப்பூல் குழிவு எனப்படுவதினுள் — இவ்வாறுதான் உள்ளது. இங்கு அடித்தளம் பூமியின் மேற்பரப்புக்கு அடியில் 10-12 கிலோமீட்டர் ஆழத்தில் உள்ளது.

சோவியத் யூனியனது ஐரோப்பியப் பகுதியில் இந்தப் பிரம்மாண்டக் ''கொப்பரை'' ஏற்படக் காரணம் என்னவென்பது இதுவரையில் புவியியலாளர்களுக்குத் தெரிய

வில்லை. திட்டமிடப்பட்டுள்ள மீயாழத் துறப்பணத் துளை களில் ஒன்று சராப்பூல் கொப்பரையில் துளைக்கப்படும் என்பதில் ஐயமில்லை. ஆனால் தற்போது இந்தப் பெரிய குழிவுக்கான காரணங்கள் குறித்து நாம் கருதுகோள்களைத்தான் அளிக்க முடியும்.

பூமியின் முறையான காந்தப் புலன்களும் குறைபாட்டுக் காந்தப் புலன்களும் இருக்கும் இடங்களைப் பற்றிய தகவல்கள் மட்டுமின்றி, மற்றும் பலவும் இந்தக் காந்தத் தகவல் தொகுப்பின் வாயிலாகத் தெரிய வருகின்றன. இன்னும் பல மடங்கு சிக்கலான காந்தத் தகவல்களை இதன் வாயிலாகத் தெரிந்து கொள்கிறோம். பூமியின் காந்தப் புலன் ஒரே நிலையில் இருப்பதில்லை, சதாநேரமும் மாறிக் கொண்டிருக்கிறது என்பதை இத்தகவல்கள் புலப்படுத்துகின்றன. காந்தப் புலன் ஒவ்வொரு விநாடியும் அதற்கு முந்திய விநாடியில் இருந்ததிலிருந்து மாறிவிடுகிறது.

பூமியின் காந்தப் புலனில் காணப்படும் பல வகையான மாறுபாடுகளும் வேறுபடுத்தப்படுகின்றன. குறுகிய காலங்களுக்குச் செயல்படும் காலவாரி உலைவுகள் [periodic perturbances] அன்னியில், நாளின் பொழுதைச் சார்ந்த மாற்றங்களும் (அன்றாட மாறுபாடுகள்), ஆண்டின் பருவத்தைச் சார்ந்த மாற்றங்களும் (வருடாந்தர மாறுபாடுகள்) குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பூமியின் காந்தப் புலனில் இன்னுங்கூட சிக்கலான மாற்றங்களும்—நூறாண்டு முறையிலான மாறுபாடுகளும் புவியியல் ஊழிக்கால மாறுபாடுகளுங்கூட — இருக்கக் காண்கிறோம்.

நிமிட அடிப்படையிலும் அன்றாட அடிப்படையிலும் வருடாந்தர அடிப்படையிலும் நிகழும் குறுங்கால மாறுபாடுகளை ஆராய்ந்தபோது அவற்றின் வினியோகம் சூரியனில்

நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளுடன் தெளிவான உறவு கொண்டிருப்பது காணப்பட்டது.

1956 பிப்ரவரி 23ஆம் நாளன்று மத்திய ஐரோப்பிய நேரப்படி காலை 8 மணிக்குச் சூரியனில் கொடுஞ் சக்தி படைத்த மிகப் பெரிய வெடிப்பு ஏற்பட்டது. இதன் சக்தி பத்துலட்சம் நீரகக் குண்டுகளின் [hydrogen bombs] வெடிப்பு ஆற்றலுக்குச் சமமாயிருந்ததெனக் கூறப்பட்டது. இதன் பின் சிறிது நேரத்துக்கெல்லாம் பூமியில் காந்தப் புயல் மூண்டுவிட்டது. வானொலித் தொடர்புகள் துண்டிக்கப்பட்டன; சில இடங்களில் தொலைபேசி வழிகள் கோளாறுகளுக்கு உள்ளாயின. பூமியின் அச்சுவழிச் சுழற்சியின் வேகங்கூட மாறிவிட்டது. விநாடியில் லட்சத்தில் ஒரு பகுதியான பொழுதுக்கு பூமி தனது வேகத்தைக் குறைத்துக் கொண்டது. மிகவும் கருராய் இயங்கும் அமைப்பான ஒரு விண்கோளுக்கு இது மிகப் பெரிய ஒரு மாற்றமே ஆகும்.

கடுமையான பூகம்பங்களும் பூமியின் காந்தப் புலனைப் பாதிக்கின்றன. முக்கியமாய் மேற்பரப்பிலிருந்து சுமார் 800 கிலோமீட்டர் ஆழத்தில் காலீத்சினது அடுக்கிலே கலக்க மண்டலங்களைக் கொண்ட ஆழ்குவியப் பூகம்பங்களால் பூமியின் காந்தப் புலன் வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகிறது.

காந்தப் புலன் ஆய்வுக்கூடங்கள் வேறு பல விதிகளையும் கவனித்துக் குறித்துள்ளன. நீண்டகால விவரப்பதிவுகள் பூமியின் முறையான காந்தப் புலன் முறையான நீண்டகால அலைவுகளுக்கு உள்ளாவதைத் தெரிவிக்கின்றன. விவரப்பதிவுகள் அவற்றுக்கான விளக்க அட்டவணைகளில் ஆண்டுதோறும் குறிக்கப்படுகின்றன. இவற்றை ஒப்பிட்டுப் பார்த்து முறையான காந்தப் புலனில் ஏற்படும் நீண்டகால மாறுதல்களின் விதிகளை வரையறுப்பது சாத்தியமாகிறது.

ஆனால் பண்டைக் காலத்திய காந்தத் தீர்க்க ரேகைகளைப் ''பார்க்க'' முடியுமா? பண்டைக் காலத்திய முறையான காந்தப் புலனைப் புலப்படுத்த முடியுமா? முடியும் என்பதாகவே கூறவேண்டும். புராதன புவியியல் ஊழிகளுக்குரிய காந்தப் புலனைப் புலப்படுத்தும் எஞ்சிய காந்தத் தன்மை எனப்படுவதை ஆராய்ந்தறிவதற்கான முறைகள் உள்ளன. எளிதாகக் கூறுமிடத்து, இளகிய நிலையிலுள்ள ஓர் ஊடகத்தில் அமைந்த துகள் தனிப்பட்ட காந்தமாகி, குறிப்பிட்ட அந்த ஊழிக்குரிய காந்தத் துருவத்துக்கு உகந்தவாறு அதனுடைய துருவங்கள் திசையில் ஒழுங்கமைக்கப்படுகின்றன. இந்த ஊடகம் இறுகியதும், புராதன காலத் தீர்க்க ரேகைகள் அதில் அப்படியே உறைந்து கெட்டியாகிவிடுகின்றன. புதைபடிவத் தீர்க்க ரேகைகளாகிவிடுகின்றன!

உருகிய குழம்பில் 760 டிகிரி வெப்பநிலையில் கியுரீநிலைத்தானம் அமைந்துள்ளதென்று மேலே கூறினோம். எரிமலையின் வாயிலிருந்து பாகுநிலையிலுள்ள அரைத்திரவ லாவா வழிந்து செல்வதாகக் கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள். இந்த லாவாவின் வெப்பநிலை 760 டிகிரிக்கு அதிகமாய் இருக்கும்வரை பூமியின் காந்தப் புலன் அதை எவ்வகையிலும் பாதிக்காது. ஆனால் வெப்பநிலை இந்த வரம்புக்குக் கீழ் குறைந்ததும் தனித்தனித் துகள் காந்தங்கள் அந்த லாவாவில் தோன்றி, அவை யாவும் காந்தத் தீர்க்க ரேகைகளின் திசை வழியில் திரும்பி ஒழுங்கமைந்துவிடும். பிறகு இந்த லாவா திடப்பொருளாக உறையத் தொடங்குகிறது. லாவா இறுகியதும் இந்தத் துகள் காந்தங்களுடைய திசையும் அப்படியே இறுகிவிடுகிறது. கடந்த புவியியல் ஊழிகளின் புதைபடிவத் தீர்க்க ரேகைகள் லாவாவில் இவ்வாறுதான் தோன்றுகின்றன.

பாகுநிலையிலுள்ள கடல் சேற்றிலும் இதே நிகழ்ச்சி நடைபெறுகிறது. இந்த வண்டற்சகதியைச் சேர்ந்த துகள் களில் சில புராதன காலத் தீர்க்க ரேகைகளின் திசையில் திரும்பி ஒழுங்கமைந்துவிடுகின்றன. பிற்பாடு சகதி இறுகிக் கெட்டியாகும்போது, அதிலுள்ள இந்தப் புராதனத் தீர்க்க ரேகைகளும் இறுகிக் கெட்டியாகிவிடுகின்றன.

புவியியலாளர்கள் இந்தப் புராதனத் தீர்க்க ரேகை களின் வரிவடிவங்களை வரையக் கற்றுக் கொண்டனர். எல் லாக் கண்டங்களுக்குமான இந்த விவரங்கள் பொதுமைப் படுத்தப்பட்டதும், பூமியின் காந்தத் துருவங்கள் வெவ் வேறு புவியியல் ஊழிகளில் பூமியின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் இருந்தன என்பது தெரியலாயிற்று!

காந்த வட துருவம் பின்வருமாறு ''யாத்திரை'' புரிந்து வந்துள்ளது. நூற்றைம்பது கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு அது கானடாவின் ஏரிகளுடைய பிராந்தியத்தில் இருந்தது; பிறகு அது அட்ச ரேகைகளின் திசையில் மேற்கு நோக்கி நகரத் தொடங்கி, நூறு கோடி ஆண்டுகளில் பசிபிக் பெருங் கடலின் மையத்தை, ஹவாய்த் தீவுகளின் மண்டலத்தை வந்தடைந்துவிட்டது. ஹவாய்த் தீவுகளிலிருந்து இப்பொ ழுது தொலைக் கிழக்கின் கரையாயுள்ள பகுதிக்கு இடைப் பட்ட தொலைவை அது கடந்து வருவதற்கு இதன்பின் 20 கோடி ஆண்டுகள் ஆயின. பிறகு அது ஒரேயடியாக வடக்கு நோக்கித் திரும்பி ஆசியாவின் வடகரையை ஒட்டினாற் போல நகர்ந்து சென்றது. பத்துக் கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு இந்த வட துருவம் பேரிங்கு ஜலசந்தியின் மண்டலத் தில் இருந்தது. பிறகு தொடர்ந்து ''யாத்திரை'' புரிந்து, முடிவில் அதன் தற்போதைய இருப்பிடத்தை வந் தடைந்தது.

துருவத்தின் இடப்பெயர்ச்சிகளை ஆராய்ந்தபோது ஒரு விநோத விவரம் புலப்படலாயிற்று. பல்வேறு கண்டங்களின் புராதனத் தீர்க்க ரேகைகளின் வரிகள் ஒரே புள்ளியை நோக்கி ஒன்றுகுவியவில்லை. ஒரே புவியியல் ஊழியில் பல்வேறு காந்தத் துருவங்கள் இருந்திருக்குமோ என்று நினைக்கத் தோன்றியது. இது முற்றிலும் அபத்தமேயாகும்.

கண்டங்களின் உருவரைகள் அக்காலத்தில் வெகெனர் சித்தரித்த அவற்றின் ஆதி நிலைக்குத் திரும்பிவிடுவதாகக் கொள்ளலாம் என்ற எண்ணம் ஒரு விஞ்ஞானிக்கு உதித்தது. விளைவு விந்தையிலும் விந்தையாயிருந்தது! வெகெனரின் கருதுகோளைப் பின்தொடர்ந்து எல்லாக் கண்டங்களையும் ஒரே கண்டமாய் இணைத்தோமானால், அந்தந்த ஊழிக்குமுரிய காந்தத் தீர்க்க ரேகைகள் ஒரே புள்ளியை நோக்கி ஒன்றுகுவியக் காண்கிறோம். ஆகவே தொல்காந்த ஆய்வாளர்கள் புராதனத் தீர்க்க ரேகைகளை ஆராயும்போது இன்று தமது அளவைகளில் வெகெனர் திருத்தம் என்றதொரு திருத்தத்தைச் செய்துகொள்கிறார்கள். பழைய கருதுகோள் இவ்வாறு புவிபௌதிகவியலாளர்கள், காந்தவியலாளர்களின் ஆதரவுடன் எதிர்பாராத விதமாய்த் திரும்பவும் உயிர் பெற்றெழுந்துவிட்டது. காரசாரமான விவாதங்கள் திரும்பவும் ஆரம்பமாயின.

சில காலத்துக்கு மேக்மாவாதிகள் வெற்றியாளர்களாக விளங்கினர். பூமியின் மேலோட்டுக்கு அடியில் உருகிய பொருட்திரட்சி இருக்கிறதென்ற அவர்களுடைய கருத்துக்கு மறுக்க முடியாத சான்று கிடைத்துவிட்டதாகத் தோன்றியது. இந்த உருகிய பொருளின்மீதுதான் கண்டங்கள் மிதந்து கொண்டும் இடம் பெயர்ந்து கொண்டும் இருக்க வேண்டுமெனத் தோன்றியது. ஆனால் மேக்மாவாதிகளது

எதிராளிகள் இதற்கு மறுப்புரைத்தனர். கண்டங்கள் நகராமல் நிலைத்திருக்க, காந்தத் துருவங்கள் மட்டும் இடம் பெயர்ந்தன என்று அவர்கள் வாதாடினர். காந்தத் தீர்க்க ரேகைகள் ஒன்றுசேராததற்குக் காரணம் பூமியின் முறையான காந்தப் புலனில் புவியியல் வழியில் ஏற்பட்ட மாறுபாடே காரணம் என்றனர்.

இவ்வாறு இந்தப் புதிர் தீர்க்கப்படாமலே இருந்து வருகிறது. வருங்காலத்தில்தான் இதற்குத் தீர்வு காண வேண்டும். குறிமொழியில் அமைந்த காந்தத் தகவற் களஞ்சியம் நம்மிடமுள்ளது; இதற்குப் பொருள் விளக்கம் காணப்பட்டாக வேண்டும்.

சோவியத் யூனியனும் அதன்பின் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடும் செயற்கைத் துணைக்கோள்களைச் செலுத்தத் தொடங்கிய பின், அண்டவெளிக் கப்பல்கள் புறவெளியை ஆராய்வதற்காகப் பூமியிலிருந்து புறப்பட்டுச் செல்லத் தொடங்கியபின், அண்மை ஆண்டுகளில் புதிய விவரங்கள் கிடைத்தன. பூமி, சந்திரன், வெள்ளி, செவ்வாய் இவற்றின் காந்தப் புலன்களை நாம் ஆராயவும் ஒப்பிடவும் தொடங்கினோம். நமது புவிக்கோள்தான் மிகவும் சக்தி வாய்ந்த காந்தப் புலனைக் கொண்டுள்ளது என்பது இன்று தெளிவாகியுள்ளது. பூமியின் மேற்பரப்புக்குமேல் பத்தாயிரக் கணக்கான கிலோ மீட்டர்களுக்கு பூமியின் காந்தப் புலன் விரிந்து செல்கிறது.

பூமியின் காந்த உருண்டை எனப்படுவதின் உருவரைகள் இன்று விஞ்ஞானிகள் வரைந்துள்ளனர். இந்தக் காந்த உருண்டை என்பது புவிக்கோளத்தைச் சூழ்ந்துள்ள காந்த சக்தியின் மிகவும் சிக்கலான கோடுகளாலான தாகக் கருதப்படுகிறது.

சந்திரனுக்கு காந்தப் புலன் காணப்படவில்லை; அண்ட

வெளிக் கப்பல்களில் வைத்தனுப்பப்பட்ட சாதனங்களால் பதிவு செய்யப்படத்தக்க காந்தப் புலன் அதற்கில்லை என்பது தெரியவந்தது. 1962ல் வெள்ளிக் கோளைக் கடந்து சென்ற ''மாரினர்-2'' என்ற அமெரிக்க அண்டவெளிக் கப்பலால் இக்கிரகத்திலும் காந்தப் புலனைக் காண முடியவில்லை. 1967ல் வெள்ளிக்கோளில் சோவியத் விண்வெளிக் கப்பலான ''வீனஸ்-4'' தரையிறங்கிற்று. வெள்ளியினுடைய வளிமண்டலத்தின் அழுத்தம், வெப்பநிலை, அதன் இயைபு ஆகியவை பற்றிய விவரங்களை ''வீனஸ்-4'' பூமியிலுள்ள நமக்குத் தெரிவித்தது. வெள்ளியில் அது காந்தப் புலன் இருக்கக் காணவில்லை. 1969ல் ''வீனஸ்-5'', ''வீனஸ்-6'' சோவியத் விண்வெளிக் கப்பல்கள் இக்கிரகத்தில் தரையிறங்கின. வெள்ளியில் காந்தப் புலன் இல்லை என்று ''வீனஸ்-4'' தெரிவித்த தகவலை இவ்விரு கப்பல்களும் ஊர்ஜிதம் செய்தன. இது முக்கியமான ஒரு கண்டுபிடிப்பு. காந்தப் புலன் தோன்ற முடியாதபடி நிறை மிகக் குறைவாய் இருப்பதால் தான் சந்திரனுக்குக் காந்தப் புலன் இல்லை என்பதாக இதன் முன் விஞ்ஞானிகள் கூறிவர முடிந்தது. ஆனால் வெள்ளிக் கோளின் நிறை பூமியினுடையதுக்கு ஒப்பானதாகும். பிறகு ஏன் பூமிக்கு மட்டும் காந்தப் புலன் இருக்க, வெள்ளிக்கு அது இல்லாமற் போக வேண்டும்?

வெறும் நிறை மட்டுமல்ல காரணம்!

இவ்வாறு, புறவெளியிலிருந்து கிடைத்துள்ள காந்தத் தகவல் திரும்பவும் நமக்கு ஒரு புதிரைப் போட்டிருக்கிறது. இன்னும் நம்மால் இப்புதிரை விடுவிக்க முடியவில்லை.

பூமியின் காந்த உருண்டையை விவரமாய் ஆராய்ந்ததன் மூலம், பெரிய காந்தக் குறைபாட்டு இடங்களுடன் இணைந்த சில திரிபுகள் இதில் அடங்கியிருப்பது தெரிய வந்துள்ளது.

''கிளைக்கோடுகளாய்'' வரைந்து காட்டக்கூடிய கோடுகள் பூமியின் பரப்புக்கு மேலுள்ள காந்த மண்டலங்களிலிருந்து இந்தப் பெரிய காந்தக் குறைபாட்டு இடங்களுக்கு ஓடுகின்றன. மிகப் பெரிய ''கிளைக்கோடுகளில்'' ஒன்று அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் தென் பகுதியில் காணப்படுகிறது. அங்குள்ள பெரிய காந்தக் குறைபாட்டு இடத்தை நோக்கி அது செல்கிறது. இந்தக் ''கிளைக்கோடுகளின்'' காரணம் என்ன? இவை தோன்றியதற்கான விளக்கம் என்ன? இந்தக் காந்தத் தகவல் அண்மையில்தான் கிடைத்தது. இதற்கு இனிமேல் தான் விளக்கம் கண்டாக வேண்டும்.

காந்தக் குறித்தகவல் தொகுப்பு பூமியின் காந்தப் புலன் தோன்றுவதற்குரிய காரணங்களைச் சிறுகச் சிறுக நமக்குப் புலப்படுத்தி வருகிறது. காந்தப் புலனைப் பாதிக்கும் சக்திகள் பல ஆதாரங்களிலிருந்து தோன்றுகின்றன என்பது நமக்குத் தெரியும். இவற்றில் மிகவும் வலிமை வாய்ந்தது நமது பூமியினுள்ளேயே இருக்கிறது. இது என்ன என்பதைப் பிற்பாடு காண்போம்.

காந்தப் புலனுக்கு மற்ரெரு தோற்றுவாயாக அமைந்து, காந்தக் குறைபாடுகளின் வினியோகத்தைப் பாதித்து வருவதானது, பூமியின் மேலோட்டிலோ உள்ளடுக்கின் மேற்பகுதியிலோ உள்ளது. சக்தி மிக்கதும் பலவீனதுமான பல்வேறு அளவுகளுக்குக் காந்த இயல்புகள் கொண்ட பாறைகளது திரட்சிகளுடன் இது சம்பந்தப்பட்டதாகும். இத்திரட்சிகளின் நிலைகள் பூமியின் முறையான காந்தப் புலனைப் பாதிக்கின்றன. இதன்றி, பூமிக்கு வெளியில், பூமியின் காந்த உருண்டையிலும், மற்றும் நமது புவிக்கோளிலிருந்து 15 கோடி கிலோமீட்டருக்கு அப்பால் சூரியனிலும், காந்தப் புலனுக்கான தோற்றுவாய்கள் உள்ளன.

ஆகவே, பூமியின் காந்தப் புலன் ஒரேவொரு ''இரும்புத் தண்டால்'' தோற்றுவிக்கப்படுவதல்ல; பௌமிய ஆதாரம், பேரண்ட ஆதாரம் ஆகிய இரு வழிகளிலும் எழும் பல்வேறுபட்ட நிகழ்ச்சிகளின் ஒரு முழுக் கோவையின் அடிப்படையில் தோன்றுவதாகும்.

திரியும் மின்னோட்டங்கள்

இஞ்சினியர் மிரோனுவின் [Mironov] தலைமையில் முப்பதாம் ஆண்டுகளில் வடக்கில் ஓர் ஆராய்ச்சிக் குழு வேலை செய்து கொண்டிருந்தது. பாரென்ட்ஸ் கடலில் திரியும் மின்னோட்டங்கள் [stray electric currents] இருக்கின்றனவா என்று கண்டுபிடித்துக் கூறுவதே இக்குழுவின் முன்னிருந்த பணி. துல்லியமான அளவைக் கருவிகளை — ஒரு ஆம்பியரில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கையும் ஒரு வோல்ட்டில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கையும் அளந்து கூறக்கூடிய கருவிகளை — இக்குழுவினர் பெற்றிருந்தனர். ஆனுல் மின்வாய்கள் [electrodes] கடலினுள் இறக்கிவிடப்பட்டதும், எல்லாக் கருவிகளும் எரிந்துவிட்டாற் போல, அவர்களுடைய கருவித் தொகுப்பின் இயக்கம் திடீரென நின்றுவிட்டது.

புதிய கருவிகளை எடுத்துச் செல்வதற்காக ஆராய்ச்சிக் குழுவினர் திரும்பி வந்தனர். திரும்பவும் அவர்கள் சோதனையை மேற்கொண்ட போது கடல்களில் சில நேரங்களில் திரியும் மின்னோட்டங்கள் பல ஆம்பியர்களாக உயர்ந்துவிடுகின்றன என்பதும், மின்னழுத்தங்கள் பத்துக் கணக்கான, ஏன் நூற்றுக் கணக்கான வோல்ட்டுகளை எட்டி விடுகின்றன என்பதும் நிலைநாட்டப்பட்டன!

நீரில் மட்டுமின்றி, தரையிலும் திரியும் மின்னேட்டங்கள் குறித்து படிப்படியாக நாம் பலவும் தெரிந்து கொண்டோம். சூரியனுடைய செயற்பாட்டுக்கும் பூமியில் திரியும் மின்னேட்டங்களின் வினியோகத்துக்குமிடையே திட்டவட்டமான ஓர் உறவு நிலவுவது புலப்படலாயிற்று. இந்த மின்னேட்டங்கள் வேறு பல நிலைமைகளாலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. மின்னேட்டக் கடத்துத் திறனில் [conductivity] ஒப்பளவில் சிறந்த பாறைகளும், மோசமான பாறைகளும் பூமி மேலோட்டில் வினியோகமாகியுள்ள நிலைமைகளால் இவை பாதிக்கப்படுகின்றன. ஒப்பளவில் உலர்ந்த நிலையிலுள்ள அடுக்குகளில் மின்னேட்டத் தடுப்புத்திறன் [resistivity] மிகவும் அதிகமாகிவிடுகிறது. அடிமண் நீரால் நனைக்கப்படும் பாறைகளாலான அடுக்குகளில் தடுப்புத்திறன் குன்றிவிடுகிறது. இந்நீரில் இரசாயனச் சேர்மங்கள் இருக்குமானல் இந்தத் தடுப்புத்திறன் பெருமளவுக்குக் குன்றிவிடுகிறது.

இந்த விவரப்பதிவுகள் மின்வழி கனிவள ஆராய்ச்சி என்பதாய் ஒரு சுவையான புவிபௌதிகவியல் கிளை தோன்றும்படிச் செய்தன. இவ்வாராய்ச்சிக் கிளையின் துணைகொண்டு பொருளாதார உபயோகம் உள்ள அந்தந்த கனிமமும் கிடைக்கக்கூடிய நிலைமைகளை நிர்ணயிக்க முடிகிறது; தரைக்கடியில் பல்வேறு பாறைகள் அமைந்துள்ள முறையைக் கண்டறிந்து கொள்ள முடிகிறது. மின்வழிக் கனிவள ஆராய்ச்சித் துறையில் பயன்படுத்தப்படுவது இயற்கையிலுள்ள திரியும் மின்னேட்டம் மட்டுமல்ல. ஒருதிசை மின்னேட்டமோ, இருதிசை மின்னேட்டமோ பாறைகள் வழியே அனுப்பப்படுகின்றன. தரைக்கடியில் மின்னேட்டத்தின் இயக்க முறை பற்றிய விவரப்பதிவுகள் பூமி மேலோட்டின்

மேற்புறப் பகுதிகளில் பலவகையான பாறைகளின் வினியோகம் குறித்து நமக்குத் தகவல்கள் அளிக்கின்றன.

துரதிஷ்டவசமாய் இந்த ஆராய்ச்சிகளை நடத்துவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் நவீனச் சாதனங்கள் போதுமான அளவுக்குத் துல்லியமாய் இருப்பதில்லை. தரைக்கடியில் குறிப்பிட்ட ஆழத்துக்குக்கீழ் இக்கருவிகள் காட்டும் அளவைகள் திருப்திகரமாய் இல்லை. மின்வழி கனிவள ஆராய்ச்சிகளின் உணர்வுத் திறனை உயர்த்துவதில் இப்பொழுது விஞ்ஞானிகள் ஈடுபட்டுள்ளனர். பல்வேறு செறிவுகளிலும் பூமியினுள் மின்னோட்டங்கள் இயங்குவதை ஆராய்வதற்குரிய ஆழத்தை அதிகமாக்க முயற்சிக்கிறார்கள்.

உதாரணமாய், பூமி மேலோட்டுக்கு அடியிலுள்ள மண்டலங்களில் திரியும் மின்னோட்டங்கள் எப்படிப் பரவுகின்றன என்பது இன்னும் நமக்குத் தெரியவில்லை. இந்த மின்னோட்டங்கள் பூமியினுள் எல்லாத் திசைகளிலும் செல்கின்றன என்பதில் ஐயமில்லை. பூமியின் உள்ளடுக்கில் அல்லது நடுப்பகுதியில் மின்னோட்டம் எப்படிச் செல்கிறது? இந் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளுக்கு விளக்கம் கூறுவதற்கான முயற்சிகள் எதிரும் புதிருமான இரு தத்துவங்களை ஒன்றோடொன்று மோதிக் கொள்ளச் செய்கின்றன.

வெர்னுத்ஸ்கியையும் ஷ்மித்தையும் போல அடியாழத்தில் வெப்பநிலை உறைநிலைத் தானத்துக்குக் கீழே சென்று தனிமச் சுழியை நெருங்கிவிடுவதாகக் கொள்வோமாயின், இந்த வெப்பநிலைகளில் பாறைகளுக்கு மட்டுமீறிய கடத்துத்திறன் [superconductivity] உண்டாவதைக் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். இந்தப் பாறைகளில் தோற்றுவிக்கப்படும் மின்னோட்டம் ஒரே திசையில் சுற்றிச் சென்று ஒரு பெரிய மின் சுருளை [solenoid] உண்டாக்கிவிடும்.

சூரியனுடைய காந்தப் புலனில் பூமி தனது அச்சை மையமாகக் கொண்டு வேகமாய்ச் சுழன்று கொண்டிருப்பதால், பூமியினுள் பிரம்மாண்ட மின்னோட்டம் தூண்டப்பட்டாக வேண்டும். பூமியின் காந்தப் புலனுக்கு இதுவே காரணமாக இருக்கலாம். நமது அண்டைக் கோள்களான சந்திரனுக்கும் வெள்ளிக்கும் காந்தப் புலன் இல்லைதான். இக்கோள்களின் அச்சுவழிச் சுழற்சி வேகம் மிகவும் குறைவானதாகும். நமது இந்த அனுமானம் பூமியினுள் இரும்புத் தண்டு உள்ளதென்ற கருத்தை மறுப்பதற்கு ஆதாரமாகிறது. புவிக்கோளின் ஆழ்மட்டங்களிலிருந்து வரும் காந்தக் குறியறிவிப்புகள் மூலம் தெரியவரும் பூமியின் காந்தக் கருவின் மைய விலக்க நிலைக்கு இந்த மின்சுருள் அனுமானம் தக்க விளக்கம் தருவதாயுள்ளது. பூமியின் மேற்பரப்புக்கு அடியில் உண்மையில் இத்தகைய ஒரு ''மின்னுக்கி'' இருக்குமாயின், சூழ்நிலைக்குத் தக்கபடி அது தனது வடிவை மாற்றிக் கொண்டு, பூமியின் முறையான காந்தப் புலனில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும்.

காந்த ஊசியின் சாய்வு மட்டுமின்றி அதன் சரிவுக் கோணமும் மற்றும் பல நிகழ்ச்சிகளும் இந்த பௌமிய ''மின்னுக்கியுடன்'' சம்பந்தப்பட்டவையாக இருக்கலாம். பூபரப்புக்கு அடியில் பல மின்சுருள்கள் இருப்பதாய்க் கொள்வோமானல் (குறைந்த வெப்பநிலைப் பகுதிகள் தனிமைப்பட்ட மண்டலங்களாக அமையலாமாதலால் இது முற்றிலும் சாத்தியமே), நமது புவிக்கோளின் பிரதான காந்தக் குறைபாட்டுப் பகுதிகளுக்குக் காரணம் இரும்புத் திரட்சிகளல்ல, மின்னோட்டமே ஆகுமெனக் கூறலாம். மின்னோட்டமின்றி இரும்புத் திரட்சிகளே காரணமெனக் கொண்டால், இந்தக் காந்தக் குறைபாட்டு மையங்கள் பூமியின் நீண்டகால

வளர்ச்சிப் போக்கில் இடம் பெயருவதன் காரணத்தைப் புரிந்து கொள்வது கடினமாகிவிடுகிறது.

இவை யாவும் ஊகங்களே என்பதைக் கூறத் தேவையில்லை. ஆனால் பூமியில் இரும்புத் தண்டு ஒன்று இருக்கிறதென்பதும் ஒரு ஊகமே ஆகும்; நமது புவிக்கோளத்தின் உட்புற மண்டலங்களில் ஆயிரக் கணக்கான டிகிரி அளவில் வெப்பநிலைகள் இருப்பதாகக் கூறும் மேக்மாத் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் உருவான ஊகமே ஆகும்.

இதற்குப் பதில் பூமியில் ''மின்னூக்கி'' இருப்பதாகக் கொள்வதானது, நடுப்பகுதியானது திரவநிலையில் உள்ளதென்ற கருத்துக்கு உகந்ததாகும். மிகக் குறைவான வெப்பநிலைகளில் பாறைகளின் மீதிரவத்தன்மையும் [superfluidity] இதற்குக் காரணமாய் இருக்கக் கூடும். நமது புவிக்கோளத்தின் உட்புற மண்டலங்களின் உள்ளடக்கம் என்ன என்னும் கேள்விக்கு இங்கல்லவா நாம் பதில் காண முயல வேண்டும்? ஆற்றலுக்கான புதிய ஆதாரங்களை இங்கல்லவா தேட வேண்டும்? பூமியின் மின்னோட்டங்களைப் பயன்படுத்திக் கொள்வதற்கான வழிமுறைகளைக் காண்பதில் நாம் வெற்றி பெறுவோமாயின், இயற்கையின் மீது மனிதன் ஆட்சி செலுத்துவதற்கு அளவிலா வாய்ப்புகள் தோன்றிவிடும்.

நில்லுங்கள்! கதிரியக்கம்!

கானடாவில் 1930ஆம் ஆண்டுகளில் இயற்கை வள ஆராய்ச்சியாளர்கள், வழக்கமான விமானச் சுற்றுய்வின் போது கிரேட் பேர் ஏரிப் பிராந்தியத்தில் எடுக்கப்பட்ட படச்சுருளை உருத் துலக்கிப் பார்த்தனர். லபின் பாயிண்ட்

டில் தற்போது எல்டொராடோ குடியேற்றமாய் இருக்கும் பகுதிக்கு அருகாமையிலுள்ள சில பிரதேசங்களில் பட்டாணிச் செடிவகையைச் சேர்ந்த மில்க் வெட்ச் ஏராளமாய் மண்டிக் கிடந்ததைத் தவிர அவர்கள் வேறு எதையும் இப்படங்களில் காண முடியவில்லை.

அக்காலத்தில் யாரும் இதற்கு முக்கியத்துவம் அளிக்கவில்லை. பல காலத்துக்குப் பிற்பாடுதான் புவியியலாளர்கள் மில்க் வெட்ச் வளரும் இடங்கள் வழக்கமாய் உரேனியத் தாது கிடைக்கும் இடங்களாகவே இருக்கும் என்பதைத் தெளிவுபடுத்தினர்.

அந்நாட்களில் உரேனியப் படிவங்கள் பொருளாதார மதிப்புடையனவாய் இருக்கவில்லை. இயற்கையில் கிடைக்கும் உரேனியச் சேர்மங்களை முற்றிலும் கனிமவியல் நோக்கங்களுக்காக மட்டும்தான் அன்று ஆராய்ந்து வந்தனர். உரேனியமானது அணு ஆயுத உற்பத்திக்கும் அணுசக்தி மின்சார உற்பத்திக்கும் வேண்டிய மிக முக்கிய மூலப் பொருளாகி விட்ட பிறகே, உரேனியப் படிவங்களை மிக மும்முரமாய்த் தேடிக் கண்டுபிடிக்க முற்பட்டனர்.

அப்பொழுது அந்தப் பழைய படச்சுருள்கள் நினைவுக்கு வந்தன. மில்க் வெட்ச் செடிகள் தமக்கடியில் பூமியினுள் ஓரிடத்தில் உரேனிய, ரேடியத் தாதுக்கள் குவிந்திருப்பதைக் குறிப்பனவாகவும் என்பது தெரியலாயிற்று. வேறு பல செடிகளும் இதேபோல உரேனியமும் ரேடியமும் இருக்கக் கூடிய மண்டலங்களைச் சுட்டிக்காட்டுகின்றன என்பது நிரூபிக்கப்பட்டது.

இந்தத் தனிமங்கள் கடுமையான கதிர்வீச்சை வெளியிடுவதால், கதிர்வீச்சுத் தாதுப் படிவங்களுக்கு மேல் வளரும் தாவரங்கள் அவற்றின் வழக்கமான வடிவத்திலிருந்து

திரிந்து, பலவகையான நூதன வகைமாற்றங்களுக்கு இலக்காகின்றன. மலர்கள், காம்புகள், இலைகள் இவற்றின் நிற மாற்றங்களாக இத்திரிபுகள் வெளிப்படலாம். சில தாவரங்கள் விபரீதமான வடிவங்களைப் பெறுகின்றன. உயர் மதிப்புடைய முக்கிய கனிப் படிவங்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்குப் புவியியலாளர்களுக்கு இந்த இயற்கைப் பிறழ்வுகள் துணை புரிகின்றன.

உரேனியத் தாது இல்லாத இடங்களில் மட்டுமே வளரும் தாவரங்களும் உண்டு. இவையும் முக்கிய அறிகுறிகளாகிவிடுகின்றன. இத்தகைய பிராந்தியங்கள் வரைபடங்களில் குறுக்குக் கோடிட்டுக் குறிக்கப்படுகின்றன. இங்கு கனிவள ஆராய்ச்சி வேலைகள் மேற்கொள்ளப்படுவதில்லை.

கதிரியக்கத் தாதுக்களின் அறிகுறிகளாக விளங்குபவை தாவரங்கள் மட்டுமல்ல. பல சந்தர்ப்பங்களில் பாறைகளும், அவை கவனமாய் ஆராயப்படுமாயின், உரேனியமோ ரேடியமோ குவிந்திருக்கும் இடங்களை நமக்குத் தெரிவித்து விடுகின்றன. கதிரியக்க வரிசையைச் [radioactive series] சேர்ந்த தனிமங்களுக்கும் சில கனிமங்களுக்கும் ஒருவகை நெருக்கமும் நட்பும் இருப்பதாகக் கூறலாம். அதே சமயத்தில் வேறு சில கனிமங்களாயிருப்பின், உரேனியமும் ரேடியமும் அவற்றிடமிருந்து தூர விலகிவிடுகின்றன.

சான் மிகுயேல் ஆற்றுப் பிரதேசத்தில் கொலராடோ சுரங்கத்தில் கல்லாய் இறுகிய புதைபடிவ மரங்கள் சில கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ஒன்றின் அடிப் பகுதி சுமார் 30 மீட்டர் நீளமும் ஒரு மீட்டருக்குக் கூடுதலான பருமனுமுடையதாய் இருந்தது. ஒரு மீட்டருக்குச் சற்று குறைவான விட்டமுடைய மற்றொரு அடிமரம் 20 மீட்டர் நீளமிருந்தது. இங்கு இருந்த அடிமரங்களிலிருந்து நூறு டன்னுக்கும் கூடுத

லான உரேனியத் தாது கிடைத்தது! இந்தத் தாதுவிலிருந்து சுமார் ஆறு டன் உரேனிய உயிரதையும் ஏறத்தாழ இரண்டு கிராம் ரேடியமும் மற்றும் பலத் தனிமங்களும் வடித் தெடுக்கப்பட்டன.

புதைபடிவங்களாக இறுகி விட்ட தாவரங்களுடன் உரேனியத்துக்கும் ரேடியத்துக்குமுள்ள இந்த ஒட்டுறவு உல கெங்கணுமே காணப்பட்டிருக்கிறது. உயிர்ப் பொருள்களின் மிச்சசொச்சங்களிடம் உரேனியத்துக்கும் ரேடியத்துக்கும் ஒரு தனிப் ''பாசம்'' இருக்கிறது. கல்லாய் இறுகிய அடி மரங்கள், இலைகள், செடிகளின் தண்டுகள் முதலானவற்றில் மட்டுமின்றி, பல்வேறு பிராணிகளுடைய மீதமிச்சங்கள் ஒன்றுசேர்ந்து அதன் விளைவாய் பாஸ்வரக் கனிமங்கள் பெருமளவில் திரண்டுவிட்ட இடங்களிலும் இத்தனிமங்கள் இருக்க அடிக்கடி காண்கிறோம். இரசாயன உரங்களாகப் பயன்படுத்தப்படும் சூப்பர்பாஸ்பேட்டுகளை உற்பத்தி செய் வதற்கு மூலப் பொருளாக அமையும் ஆக்க வழிப்பட்ட கனிமங்களான பாஸ்வரைட்டுகளிலும் உரேனியமும் ரேடிய மும் திரண்டுவிடுவதுண்டு.

இவை தவிர பல்வேறு அமிலப் பாறைகளும் நடுநிலைப் பாறைகளும் — முக்கியமாய் எரிமலை உலைகளிலே உறைந் தவை — உரேனியத்துக்கும் ரேடியத்துக்கும் ''பிடித்திருக் கின்றன''. இரும்பு, டைட்டானியப் படிவங்களுடனும் அமில, நடுநிலைப் பாறைகளிலிருந்து தோன்றிய இயல்புரு வான தனிமங்களுடனும் சேர்ந்து கதிரியக்கத் தாதுக்கள் அடிக்கடி காணப்படுகின்றன.

சில தனிமங்களிடம் அவற்றின் கனிமங்களிடமும் உரே னியத்துக்கும் ரேடியத்துக்குமுள்ள இந்தப் ''பாசத்தை'' அறிந்த கனிமவள ஆராய்ச்சியாளர்கள் இந்த ஒட்டுறவுக்

கனிமங்கள் இருக்கக்கூடிய இடங்களாகப் பார்த்துக் கதிரியக்க உலோகங்களைத் தேடுகிறார்கள்.

ஆனால் கந்தகத்தின்மீது உரேனியத்துக்கும் ரேடியத்துக்கும் ''வெறுப்பு''. கந்தகமும் இன்னும் முக்கியமாய்க் கந்தகைக் கனிமங்களும் இருக்கும் இடங்களில் உரேனியத்தையும் ரேடியத்தையும் தேடிப் பயனில்லை. இம்மண்டலங்கள் அவற்றுக்கு ''விலக்கு'' இடங்களாகும். ஆகவே கதிரியக்கத் தனிமங்களைத் தேடுவோர் கந்தகைத் தாதுக்கள் குவிந்துள்ள இடங்களில் தலைகாட்டுவதில்லை.

கதிரியக்கத் தனிமங்களைச் சுட்டிக்காட்டும் வேறு சில அறிகுறிகளும் உண்டு. இத்தனிமங்கள் தம்மிடையே இருப்பதைப் பல கனிமங்கள் தமது விசேஷ நிறத்தாலோ, விசேஷத் தோற்றத்தாலோ காட்டிக் கொண்டுவிடுகின்றன. பெல்ஸ்பார் எல்லா வகையான பாறைகளிலும் காணப்படுகிறது (பாறைகளை உருவாக்கும் கனிமம் என்பதாகக்கூட இது அழைக்கப்படுவது உண்டு). வெல்ஸ்பாரானது சாதாரணமாய்ச் சாம்பல் நிறத்திலோ, வெளுப்பாகவோ, மஞ்சளாகவோதான் இருக்கக் கூடியது. ஆனால் உரேனியமோ ரேடியமோ குவிந்திருக்கும் இடங்களில் பெல்ஸ்பார் செம்மேனி பெற்றுவிடுகிறது. கனிமவள ஆராய்ச்சியாளரைப் பார்த்து ''நில்லுங்கள், நில்லுங்கள்! எனது செம்மேனியைப் பாருங்கள், கதிரியக்கத்தின் குறி இது! உரேனியமும் ரேடியமும் இவ்விடத்தில் இருப்பதை அறிவிக்கிறேன்!'' என்று கூச்சலிடுவதாய் உள்ளது, அதன் சென்னிறம். அனுபவமில்லாத ஆராய்ச்சியாளரால்தான் இந்தத் தெளிவான அறிவிப்பைக் கவனியாது விட்டுச் செல்ல முடியும்.

பாறைகளில் உரேனியமோ ரேடியமோ இருப்பதைச் சுட்டிக்காட்டும் மேலும் பல கனிமங்களையும் பாறைவகை

களையும் குறிப்பிடலாம். தரைக்கடியில் உரேனிய, ரேடியக் குவியல்கள் மறைந்திருக்குமாயின், பல்வேறு கரியதைகளும் சுண்ணும்புக் கற்களும் பாலமைட்டுகளும் மென்சிவப்பு மேனி பெறுகின்றன; சில சமயங்களில் செக்கச் சிவந்து விடுவதும் உண்டு.

பத்து அல்லது நூறு கோடிக் கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு முன்பு தோன்றிய பழமையான பாறைகளின்மீது, கதிரியக்கத் தனிமங்களுக்கு மிகுந்த ''பாசம்'' உண்டாகிவிடுகிறது. எண்ணற்ற ஆப்பிரிக்கப் படிவங்களிலும், முக்கியமாய் காங்கோவிலுள்ளவற்றிலும், மற்றும் கானடாவிலும் அமெரிக்காவிலும் இதர பல இடங்களிலுமுள்ள படிவங்களிலும், விஞ்ஞானிகள் மிகவும் பழைமையான பாறைகள் அமைந்துள்ள மண்டலங்களை விவரமாய்ப் பரிசீலனை செய்திருக்கிறார்கள். இப்பாறைகளிடையே அவர்கள் உரேனிய, ரேடியத் தாதுக்கள் வழக்கமாய் இருக்கக் கண்டுள்ளனர்.

குவார்ட்ஸ் போன்ற கனிமங்கள் பிறநிலைமைகளில் நிறமின்றியோ கருமையாகவோ வெண்மையாகவோ இருக்க, கதிரியக்கத் தனிமங்களது அருகே சாம்பல் நிறமோ, செந்நீல நிறமோ பெற்றுவிடுகின்றன.

கால்ஸியம் புளோரைடாலான புளோரைடு என்றொரு கனிமம் இருக்கிறது. இதன் படிகங்கள் பச்சை, மஞ்சள் அல்லது செந்நீல நிறமுடையவை. ஆனால் கதிரியக்கக் கனிமங்களுடன் சேர்ந்திருக்கையில் இப்படிகங்கள் ஊதாவிலிருந்து கருமை அல்லது நல்ல கறுப்புக்கு இடைப்பட்ட நிறம் பெறுகின்றன. ''நில்லுங்கள், சுற்றிலும் நன்றாய் ஆராயுங்கள்!'' என்று இப்படிகங்கள் சைகை செய்கின்றன. கவனமான ஆராய்ச்சியாளர், எப்பொழுதும் இவ்விடங்களில் உரேனியக் கனிமங்கள் இருக்கக் காண்பார்.

மேற்பரப்பு மண்டலங்களில் உரேனியக் கனிமங்கள் சாதாரணமாய்ப் பளிச்சிடும் மஞ்சள் அல்லது செம்மஞ்சளில் திண்மையான கூறுகளிலிருந்து மென்மையான கூறுகள் வரையிலான பல்வேறு படிநிலைகளிலும் இருக்கக் காண்கிறோம்.

கதிரியக்கக் கதிர்ப்புகளின் [radioactive radiations] தாக்குதலால் ஏற்படும் இந்த வண்ண மாற்றம் இப்பொழுது தொழில் துறையில் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்படுகிறது.

கடந்த நூற்றாண்டிலோ அதற்கு முந்திய நூற்றாண்டிலோ யூரல் சுரங்கத் தொழிலாளர்களுக்கு மணிக்கற்களின் நிறத்தை மாற்றத் தெரிந்திருந்தது. ஆனால் இதற்கு அவர்கள் கையாண்ட முறைகள் புராதன காலத்தியவை. கறுப்பான பளிங்கியை — மொரியோன் போன்ற ஒரு கல்லை — எடுத்து அதை மாவினுள் வைத்து உருட்டுவார்கள். பிறகு இந்த மாவை அடுப்பிலிட்டு வேக வைத்து ரொட்டியாக்கியதும், புத்துருவும் புது மேனியும் கொண்ட கல்லை அதனுள்ளிருந்து வெளியே எடுப்பார்கள். இப்பொழுது அது மஞ்சள் கலந்த பச்சை நிறமுடையதாய்த் திகழும். இந்தக் கல் எழில் மிக்க இரத்தினமாய்ப் பொற்கொல்லர்களால் போற்றப்பட்டு வந்தது.

இந்நாட்களில் இது போன்ற வண்ண மாற்றங்கள் அணு உலையில் [atomic reactor] வைத்துச் செய்யப்பட்டு விடுகின்றன. கனிமங்களுக்கு இம்முறையில் அளித்திடப்படும் நிறம் நிலையானதாகிவிடுகிறது. பொற்கொல்லர்கள் இம்முறையைக் கையாண்டு வைரத்தைப் பச்சை அல்லது செம்பொன் அல்லது பழுப்பு நிறமுடையதாக்கி விடுகிறார்கள். இதுபோன்ற வைரங்கள் விலை மதிப்பு மிக்கவை.

இவ்வாறு பூமியின் அடியாழங்களிலிருந்து வரும் கதிரியக்கக் குறியறிவிப்புகளை மட்டுமே புவியியலாளர்கள்

ஆராய்கிறுர்கள் என்று நினைக்க வேண்டாம். ஆல்பா, பீட்டா, காமாக் கதிர்கள் சுற்றிலுமுள்ள இடத்தில் தாக்கு வதன் விளைவாய்க் காற்று அயனிமயமாவதை [ionization] நவீன சாதனங்களைக் கொண்டு அளந்து பதிவு செய்ய முடி கிறது. அயனிமயமாகிய காற்று மின் கடத்தும் ஆற்றலைப் பெறுகிறது. வழக்கமான நிலைமின்காட்டிகள் [electroscopes] இப்பொழுது மின்னளவிகளாக [electrometers], அதாவது இங்கு கதிரியக்கமானிகளாக [counter of radioactivity] மாறி, அயனிமயமாக்கப்பட்ட காற்றுள்ள மண்டலங்களைப் பதிவு செய்து காட்டுகின்றன. இந்தக் கதிரியக்கமானிகள் பல் வேறு வடிவங்களில் அமைக்கப்படுகின்றன. வெவ்வேறு கோட்பாடுகளின் அடிப்படையில் இவை செயல்படுகின்றன: சில ஆல்பா அல்லது பீட்டா அல்லது காமாக் கதிர்களைப் பதிவு செய்து காட்டுகின்றன; வேறு சில அலியணுக் [neutron] கதிர்ப்பால் மட்டுமே பாதிக்கப்படுகின்றன. இந்த அளவுமானிகளை லாரியில் பொருத்தி காற்றுச் சுற்றுய்வு நடத்தலாம். கதிரியக்கமானிகள் விமானங்களில் வளி மண்டலத்திற்கு எடுத்துச் சென்று ஆகாயக் கதிர்வீச்சு அளவீடுகளைக் குறித்து வரலாம். ஆகாயத்திலிருந்து நடத்தப் படும் கதிர்வீச்சு அளவீடுகளின் மூலம், காற்று கடுமையான அளவுக்கு அயனிமயமாக்கப்பட்டிருக்கும் இடங்களை விரை வில் கண்டறிந்து கொள்ள முடிகிறது. கதிரியக்கக் கனிமங் கள் ஏராளமாய்க் குவிந்திருக்கும் இடங்களை இது புலப் படுத்துகிறது. பிற்பாடு இந்த இடங்களில் முதலில் பல்வேறு அள்வைக் கருவிகளைக் கொண்டும், பிறகு ஏனைய கனிவள ஆராய்ச்சி முறைகளைக் கையாண்டும், விரிவான சுற்றுய்வு நடத்தப்படுகிறது.

கதிரியக்கம் வெகுவாகக் குறைந்துள்ள இடங்கள் இருப்

பதையும் ஆராய்ச்சியாளர்கள் காண்கிருர்கள். பலகாலம் வரை இதற்குரிய காரணம் விளங்கவில்லே. பிற்பாடு குறைந்த கதிரியக்க மண்டலங்கள் எண்ணெய் வயல்களுக்கு மேல் உண்டாகின்றன என்று தெரிய வந்தது. இந்த நிகழ்ச்சிப் போக்கு பற்றிய தத்துவம் குறித்து தெளிவாக்கப்பட வேண்டியவை இன்னமும் பல இருந்தாலுங்கூட, எண்ணெய் வளங்களேத் தேடும் எண்ணெய் வள ஆராய்ச்சியாளர்கள் இந்த நிகழ்ச்சிப்போக்கினேப் பயன்படுத்திக் கொள்கிருர்கள்.

பூமியின் அடிவயிற்றிலிருந்து வரும் அளவு கடந்த வெப்பத்துக்குப் பல சந்தர்ப்பங்களிலும் காரணமாய் இருப்பவை கதிரியக்கத் தனிமங்கள்தான் என்று விஞ்ஞானிகள் கணக்கிட்டுள்ளனர். ஒரு கிராம் ரேடியம் கதிர்ப்பின்போது மணிக்கு 200 கலரி வெப்பத்தை வெளியிடுகிறது. முக்கியமாய்க் கதிர்ப்பின் வீச்சைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்வோமாயின், இந்த வெப்பத்தின் அளவு மிகப் பெரிது. பிற கதிரியக்கத் தனிமங்களான உரேனியமும் தோரியமும் இதற்குச் சற்றுக் குறைவான அளவு வெப்பத்தை அளிக்கின்றன என்ருலும், அவை வெளியிடும் வெப்பத்தின் மொத்த அளவும் பிரம்மாண்டமானதே.

எரிமலே வெடிப்பெழுச்சிகளின்போது வெளிவிடப்படும் வாயுக்களில் கதிரியக்கச் சிதைவுப் பொருள்கள் அதிகமாய் இருக்கின்றன என்று ஜப்பானிய எரிமலே ஆய்வாளர்கள் நிரூபித்திருக்கிருர்கள். ரேடியமும் உரேனியமும் தோரியமும் அதிக அளவில் குவிந்திருக்கும் இடங்களிலிருந்து வெளிவரும் வெப்பத்தால் சில மேக்மா உலேகள் தோற்றுவிக்கப்படலாம் என்பது சாத்தியமே. சில புவியியலாளர்கள் இந்தத் தொடர்பை நிராகரிக்கிருர்கள் என்ருலும், மறுப்பதற்குக் கடினமான உண்மைகள் இருக்கவே செய்கின்றன.

ரேடியமும் உரேனியமும் தோரியமும் பூமி அடியாழங்களில் வினியோகமாகியுள்ள விதம் என்ன? சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் பூமி மேலோட்டுக்கு அடியிலுள்ள கதிரியக்கத் தனிமங்களது அளவு மேலோட்டில் இருப்பதைக் காட்டிலும் குறைவாகும் என்கிறார்கள். இரு மண்டலங்களிலும் சம அளவில்தான் உள்ளன என்று வேறு சிலர் கூறுகிறார்கள்.

யார் சொல்வது சரி என்று கண்டுபிடிப்பதற்குத் துறப்பணத்தைக் கொண்டு துளையிட்டுப் பார்ப்பதுதான் ஒரே வழி. பூமியின் உள்ளடுக்கினுடைய வெவ்வேறு பகுதிகளிலிருந்தும் பாறைகளின் மாதிரிக் கூறுகளை எடுக்கும்போது போதிய அளவு தெளிவான பதில் கிடைத்துவிடும்.

பூமி மேலோட்டிலுள்ள பெரும் பிளவுகளுக்குரிய மண்டலங்களில் கதிரியக்கத் தனிமங்கள் மிகுதியாய் உள்ளன என்பது நமக்குத் தெரியும். உதாரணமாய்க் கானடாவில் கிரேட் பேர் ஏரிப் பிரதேசத்திலுள்ள படிவங்கள் இந்தப் பிளவு மண்டலத்தில்தான் காணப்படுகின்றன. கதிரியக்கத் தனிமங்களுக்கும் பிளவுகளுக்குமுள்ள இந்தத் தொடர்பு, பூமியின் உள்ளடுக்கில் உரேனியம், ரேடியம், தோரியம் முதலான கதிரியக்கத் தனிமங்கள் பலவும் பெருமளவில் இருக்கின்றன என்பதற்கான சான்றாகுமென்று சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் கூறுகிறார்கள். பூமி மேலோட்டுக்கு அடியில் இன்னுங்கூட அதிக அளவில் இருந்தாலும் இருக்கலாம்.

பூமியின் ஆழ்மட்டங்களிலிருந்து கிடைக்கும் கதிரியக்கக் குறித்தகவல்களுக்கு இன்னும் முழுமையாக விளக்கம் கண்டாகவில்லை. இன்னமும் நாம் கருதுகோள்களது கட்டத்தில்தான் இருக்கிறோம். ஆயினும் பூமியின் உந்தியிலிருந்து நமக்குக் கிடைத்துள்ள கதிரியக்கத் தகவல்கள் நமது புவிக்

கோளத்தின் உள்ளமைப்பு பற்றிய ஆராய்ச்சிகளுக்கு அடிப்படையாயுள்ள விவரங்களை இதற்குள்ளாகவே செழுமை செய்து வருகின்றன.

மூலத் துகள்களது விந்தை உலகின் ஆராய்ச்சியாளர்களில் ஒருவரான லெனின் பரிசு பெற்றவரும், சோவியத் விஞ்ஞானப் பேரவைத் துணை உறுப்பினருமான புருனோ பான்தெக்கோர்வோ [Bruno Pontechorvo] தாம் கண்டு பிடித்த நியூட்ரீனோ எனப்படும் துகளின் அரிய இயல்புகளைப் பற்றி இவ்வாறு கூறுகிறார்: ''பூமிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையிலுள்ள தொலைவைப் போல் நூறு கோடி மடங்கு கூடுதலான பருமனுள்ள ஒரு இரும்புத் தகடு இருப்பதாகக் கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள். நியூட்ரீனோவின் பாதையில் இந்தத் தகடு இருக்குமானால், இதனை அது சிறிதும் லட்சியம் செய்யாமல் தொடர்ந்து போய்க் கொண்டுதான் இருக்கும். தான் செல்வது இரும்பல்ல, ஒன்றுமில்லாத வெற்றிடம் என்பது போல அது இத்தகட்டின் வழியே பறந்தோடிக் கொண்டிருக்கும்.''

இந்தப் பிரம்மாண்டப் பருமனுள்ள இரும்புத் தகட்டாலுங்கூட தடுத்து நிறுத்த முடியாத இந்த விந்தைத் துகள் இன்று உலகெங்கும் விஞ்ஞானிகளுடைய கவனத்தைக் கவர்ந்து வருகிறது. அதனுடைய பிரத்தியேக இயல்புகள் காரணமாய் இந்த விந்தைத் துகள் ஏனைய மூலத் துகள்களைப் போலல்லாது சற்று வேறுவிதமானதாகக் கருதப்படுகிறது. நியூட்ரீனோ கண்டுபிடிக்கப்படுவதற்கு முன்பு மின்னணுதான் மூலத் துகள்கள் யாவற்றிலும் மிகச் சிறியதாகக் கருதப்பட்டது. ஆனால் மின்னணுவைக் காட்டிலும் நியூட்ரீனோ குறைந்தது 500 மடங்காவது சிறியதாகும். இது போன்றதோர் அதிசயத் துகள் இருக்க வேண்டுமென்பதை

ஸ்விஸ் நாட்டுப் பௌதிகவியலாளரான பௌலி [Pauli] 1930ஆம் ஆண்டுகளிலேயே ஊகித்துக் கூறியிருந்தார். கதிரியக்கத் தனிமங்களது பீட்டா-சிதைவு எனப்படும் நிகழ்ச்சியை அவர் ஆராய்ந்தார். இத்தனிமங்கள் மின்னணுக் களையோ நேர்மின்னணுக்களையோ [positrons] உமிழ்வதுடன், அவற்றுடன் கூடவே வேறு சில ஆற்றல் துகள்களை யும் இழக்கின்றன என்று கண்டார். விஞ்ஞானத்துக்கு இன்னமும் தெரியாத ஒரு புதிய பொருளால்தான் இந்த ஆற்றல் துகள் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது என்று பௌலி கொண்டார். இதுவேதான் புரூனே பான்தெக்கோர்வோ கண்டுபிடித்த மாயமான நியூட்ரீனே. எதிலும் அகப்படாது தப்பிவிடும் மாயத் திறன் கொண்டிருந்த போதிலும் இதனைப் பிடிப்பதில் பான்தெக்கோர்வோ வெற்றி கண்டார்.

நியூட்ரீனே கருவணுவால் கிரகிக்கப்பட்டு கருவணு [proton] அலியணுவாக மாறுகிறதென்று காட்டிய தத்து வார்த்தக் கணக்கீடுகளைப் பான்தெக்கோர்வோ மட்டு மின்றி, அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளான ரைனிசும் [Reines] கோவானும் [Cowan] உட்பட மற்றும் பல விஞ்ஞானிகளும், சோதனையின் மூலம் ஊர்ஜிதம் செய்தனர். கருவணுவானது அலியணுவாக மாறும் இந்நிகழ்ச்சி பீட்டா-சிதைவு நிகழ்ச்சியிலிருந்து வேறுபடுவதாகும். இந்த ஆராய்ச்சிகள் நியூட்ரீனே என்றொரு துகள் இருப்பதை உறுதிப் படுத்தின.

இது போன்ற ஒரு நிகழ்ச்சியை முன்கூட்டியே நிர்ண யித்துக் கூறிவிடலாம் என்பதை பான்தெக்கோர்வோ நிரு பித்துக் காட்டினார். ஒரு கருவணுதான் நீரக அணுவின் கரு. ஒரு டன் நீரகமானது அணு உலையினுள் நியூட்ரீனேக்களால் தாக்கப்படுமாயின், கருவணு நியூட்ரீனேவை உட்கொண்டு

அலியணுவாகும் மாற்றங்கள் மணிக்குச் சுமார் நூறு தடவை நடை பெறும் என்பதை அவர் நிரூபித்தார்.

நியூட்ரீனோ இருப்பது மெய்ப்பிக்கப்பட்டதும், பேரண்டத்திலுள்ள சடப்பொருள் அனைத்தும் ஒளியின் வேகத்தில் எல்லாத் திசைகளிலும் ஓடிக் கொண்டிருக்கும் இந்த நியூட்ரீனோத் துகள்களில்தான் தோய்ந்துள்ளது என்பது தெரியலாயிற்று.

நமது சூரியன் நியூட்ரீனோக்களுக்கான ஒரு பெரிய தோற்றுவாயாகும். இந்த மூலத் துகள்களை அது பிரம்மாண்ட அளவில் உமிழ்ந்து வருகிறது. நமக்கு அதற்குரிய தனிக் கட்புலன் இருக்குமானால், ஒவ்வொரு வினாடியும் நமது உள்ளங்கையின் வழியே இத்துகள்கள் ஆயிரங்கோடிக் கணக்கில் பறந்தோடுவதை நாம் காணலாம்.

புவிக்கோளத்தினுள் ஊடுருவிச் செல்லும் இத்துகள்களின் எண்ணிக்கை எவ்வளவு பிரம்மாண்டமாயிருக்கும்!

இயல்பாகவே இச்சந்தர்ப்பத்தில் ஒரு கருத்து உதிக்கிறது: பூமியாலும் அதன் தனித்தனி புவி உருண்டைகளாலும் நியூட்ரீனோக்கள் தடுக்கப்பட்டு வேகம் குறைக்கப்படும்போது என்ன நடைபெறுகிறது என்பதைத் தெரிந்துகொள்ள வழி இல்லையா? இது நமக்கு பூமியின் உள்ளமைப்புப் பற்றிய புதிய தகவல்களைத் தரலாமல்லவா? பூமியின் நில அதிர்ச்சி ஆராய்ச்சிக்குப் பதிலாய், இயற்கை வெடிப்புகளாலும் மனிதனால் செய்யப்படும் வெடிப்புகளாலும் பூமியில் தோன்றும் எல்லா அதிர்வுகளையும் ஆராய்வதற்குப் பதிலாய், ஒரு வகை நியூட்ரீனோ ''நில அதிர்ச்சி ஆராய்ச்சியை'' (அடிப்படையிலேயே முற்றிலும் வேறான இரு சொற்களை இவ்வாறு இணைத்திட முடியுமானால்) மேற்கொள்வது சாத்தியமாகாதா?

இத்தகைய நியூட்ரீனோ ''நில அதிர்ச்சி ஆராய்ச்சிக்'' குரிய காலம் நெருங்கி வந்துவிட்டதெனக் கூறலாம். பல்வேறு புவி உருண்டைகளிலும் நியூட்ரீனோவின் செயற்பாட்டைப் பகுத்தாய்வதன் மூலம் பூமியின் உள்ளடுக்கினுள்ளும் நடுப்பகுதியினுள்ளும் பொருள் எந்நிலையில் இருக்கிறது என்பதை நாம் அறிவது சாத்தியமாகலாம். பிறகு நமது புவிக்கோளத்தின் அடியாழங்களில் நடைபெறும் புவியியல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளைப் புரிந்து கொள்ளும் நிலையை நாம் வந்தடையக் கூடும்.

முதலாவது பலன்கள்

ஆக பூமி நமக்கு அளித்திடும் தகவல்களிலிருந்து தெரிய வருவது என்ன? நமது புவிக்கோளத்தின் உள்ளமைப்பினை இன்று நாம் எப்படி நமது மனத்துள் கற்பனை செய்கிறோம்?

நினைவுச் சின்னப் பொருட்கள் விற்கப்படும் ருஷ்யக் கடைகளில் மிகப் பலரும் விரும்பி வாங்கிச் செல்லும் பொம்மை ஒன்று இருக்கிறது. அதற்கு 'மத்ரியோஷ்கா' என்று பெயர். அதைத் திறந்தால் அதனுள் இன்னொரு 'மத்ரியோஷ்காவைக்' காணலாம். முன்னதைவிட அது அளவில் சற்று சிறியதாயிருக்கும். அதை வெளியே எடுத்துத் திறந்து பார்த்தால், அதனுள் மூன்றாவது 'மத்ரியோஷ்கா' இருக்கும். மூன்றாவது பொம்மையினுள் நான்காவது, நான்காவதனுள் ஐந்தாவது, ஐந்தாவதனுள் ஆறாவது என்று வந்து கொண்டே இருக்கும். கடைசியில் பொம்மையின் நடுமையத்தில் மிகமிகச் சிறிய 'மத்ரியோஷ்கா' இருப்பதைக் காணலாம்.

ஒரு வகையில் நமது புவிக்கோளம் இந்த விஞேதமான ருஷ்யப் பொம்மையைப் போன்றதே. பூமி மேலோட்டை அப்படியே கழற்றி எடுத்துவிட்டால், உள்ளே பூமியின் உள்ளடுக்கு இருப்பதைக் காண்போம். ஓரளவுக்கு இந்த உள்ளடுக்கு பூமியின் மேற்பரப்பினுடைய வடிவத்தையும் உருவரைகளையும் அச்சடித்துக் காட்டுவதாயுள்ளது. அதன் பின் உள்ளடுக்கின் எந்த அடுக்கைக் கழற்றியெடுத்தாலும்— குட்டென்பெர்க் அடுக்காயினும் சரி, காலீத்சின் அடுக்கா யினும் சரி — ஒவ்வொன்றும் அதற்கு மேற்பட்ட அடுக்கைச் சில வழிகளில் ஒத்திருக்கிறது. பிறகு உள்ளடுக்கு முழு வதையும் எடுத்துவிட்டுப் பார்க்கும்போது, பூமியின் நடுப் பகுதியினுடைய வெளியகம் தெரியும். அதுவும் மேற்புறத்து அடுக்குகளின் அச்சுப் பிரதியாகவே இருக்கும். இறுதியில் நமது புவிக்கோளத்தின் உட்கருவான நடுப்பகுதி உள் ளகத்தை வந்தடைவோம்.

ஆனல் 'மத்ரியோஷ்கா' பொம்மையல்ல நமது பூமி. அதை அடுக்கடுக்காய்ப் பிரித்தெடுத்துவிட முடியாது. ஆத லால்தான் இன்னமும் உட்புறப் புவி உருண்டைகளைப் பற்றி நமக்கு அதிகம் தெரியவில்லை. பூமி அருள் கூர்ந்து அளித் திருக்கும் பல்வேறு தகவல்களிலிருந்தும் கிடைத்துள்ள விவரங்கள் மட்டுமே நமக்குத் தெரியும்.

பூமியின் மேற்பரப்பையும் உட்புற மண்டலங்களையும் எடைபோட்டுப் பார்த்து புவியீர்ப்புக் குறித்தகவல் தொகுப் பைப் படித்தறியத் தெரிந்துகொள்ளும்போது, நமக்கு மிகப் பல கருத்துக்களும் உதிக்கின்றன. காந்தக் குறித்தகவல் களும் பூமியின் உள்ளமைப்பு குறித்து சுவையான மிகப் பல உண்மைகளைத் தெரிவித்திருக்கின்றன. ஆயினும் காந்தக் குறித்தகவல் தொகுப்பின் விவரங்களை இன்னும் நம்மால்

புவியீர்ப்புக் குறித்தகவல் தொகுப்பு, நில அதிர்ச்சிக் குறித் தகவல் தொகுப்பு ஆகியவற்றின் விவரங்களுடன் ஒருமுகப் படுத்த முடியவில்லை. பல்வேறு புவி உருண்டைகளுக்கும் கணக்கிடப்பட்டிருக்கும் அழுத்தங்களைப் பகுத்தாய்ந்தும், திரியும் மின்னோட்டங்களைப் பகுத்தாய்ந்தும் மேலும் கூடுதலான பல விவரங்களைத் தெரிந்து கொண்டோம் என்றாலுங்கூட, இந்நிலைமை நீடித்து வருகிறது.

ஆம், குறித்தகவல் தொகுப்பு இன்னும் பூர்த்தி செய்யப் பட்டாகவில்லை. விவரங்களைப் பொதுமைப்படுத்தவும், கதி ரியக்கக் குறியறிவிப்புகளைப் புரிந்து கொள்ளவும் இன்னும் நாம் கற்றுக் கொண்டாகவில்லை. பூமி முழுவதும் நிறைந் துள்ள நியூட்ரீனோ போன்ற மூலத் துகள்கள் நமக்குத் தெரி விக்கக்கூடிய தகவல்களிலிருந்து நாம் தெரிந்து கொள்ளக் கூடியவை என்ன என்பது பற்றி நாம் ஊகிக்க வேண்டிய நிலையிலேதான் இருக்கிறோம். மற்றும் பல வகையான தகவல் களுக்கும் விளக்கம் காண இன்னும் நாம் கற்றுக் கொள்ள வில்லை. எல்லாக் குறியறிவிப்புகளையும் பதிவு செய்து கொள்ள இன்னமும் நம்மால் முடியவில்லை என்பதாகத் தெரி கிறது. பூமியின் உள்ளமைப்பு பற்றிய, அதன் அடியாழங் களில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிப்போக்குகள் பற்றிய கேள்வி களுக்கான பதில் இங்கேயே நம் கண்ணெதிரிலேயே இருந் தாலும் இருக்கலாம். இன்னும் நாம் இதைக் கவனியாமலே ஒதுங்கிச் சென்று விடுவோராய் இருந்தாலும் இருக்கலா மல்லவா? காந்த அல்லது கதிரியக்கக் குறியறிவிப்புகளைக் கவனிக்கத் தொடங்கி, அவை கூறும் தகவல்களை நாம் தெரிந்து கொள்ள முற்பட்டது அண்மைக் காலத்தில்தானே!

ஆயினும் பலவும் ஏற்கனவே நமக்குத் தெளிவாகி

விட்டன. பூமியின் மேலோட்டுக்கு அடியில் உருகிய குழம்பு நிலையிலுள்ள அடுக்கு உள்ளதென்ற கருதுகோள் விஞ்ஞானத்துக்கு முரணுயுள்ளதென ஏற்கனவே நாம் விட்டொழித்து விட்டோம். புவியியல் விஞ்ஞானத்தின் தொட்டில் பருவத்தில் பரவலான செல்வாக்கு பெற்றிருந்த கருத்துக்கள் இவை. நிபுணர்களல்லாதோரிடையே இன்னமும் இவை செல்வாக்குடன் இருப்பினும், விஞ்ஞானிகள் யாரும் இன்று இவற்றை ஆதரிக்கவில்லை.

உள்ளடுக்கும் அதற்கடியில் மறைந்திருக்கும் சடப் பொருளும் பூமியின் மேற்பரப்பில் காண முடியாத விபரீத நிலையில் இருக்கின்றன என்பது நமக்குத் தெரியும். புவிக் கோளத்தின் ஆழ்மட்டங்களில் நிலவும் பிரம்மாண்ட அழுத்தங்களே இந்த விபரீத நிலைக்குக் காரணம். பூமியினுள் இருக்கும் சடப்பொருளின் அணுக்களது மின்னணுக் கவசங்கள் குலைக்கப்பட்டுவிடுமாதலால், இப்பொருள் உலோக இயல்புகளை பெற முடியுமென கணக்கீடுகள் காட்டுகின்றன.

ஆனல் இவையெல்லாம் மறுக்க முடியாத உண்மைகளால் இன்னும் உறுதி செய்யப்பட்டாகவில்லை. இதிலிருந்து பெறப்படும் முடிவு என்னவென்பது தெளிவாகத் தெரிகிறது. நாம் அடியாழங்களுக்குத் துளைத்துச் சென்ருக வேண்டும்! பூமியின் உள்ளடுக்கிலுள்ள பொருளினுள் நாம் ஊடுருவிச் சென்ருகவேண்டும். அப்பொழுது நமது கற்பிதக் கருதுகோள்கள் பலவும் தகரும்படி நேரிடலாம்; ஆனல் மேலும் பல புதிய உண்மைகளால் விஞ்ஞானம் செழுமை பெறும் என்பதில் ஐயமில்லை.

புறவெளியிலிருந்து பூமியின் அடியாழங்களுக்கு

''வானம் ஒளிப் பிழம்பாகிவிட்டது. ஒளி கசியும் எல்லை யற்ற மெல்லிய திரை, விண்ணின்மீது மூடிக் கொண்டது. பார்வைக்குத் தெரியாத ஏதோ ஒரு சக்தி அதனை படபடக்க வைத்து, கண்ணுக்கினிய ஊதாச் சுடர் விட்டு ஒளிரச் செய்தது. கண்கூசும் ஒளிக் சுடர்கள் அங்குமிங்கும் பளிச்சிட்டன. தூயஒளியாலான முகில்கள் கணப்பொழுதுக்குத் தோன்றி பிறகு சிதறிச் செல்வது போல உடனே மங்கிவிட்டன. இந்த மங்கலின் ஊடே விண்மீன்கள் பளிச்சிட்டு மின்னின. திடீரென மங்கல் மறைந்துவிட்டது. ஊதா முகில்கள் சிற்சில இடங்களில் திரும்பவும் மின்வெட்டுப்போலத் தோன்றி மறைந்தன. இம்மிப் பொழுதுக்கு எல்லா ஒளிகளும் அணைந்துவிட்டது போலத் தோன்றியது. ஆனால் உடனே நீள் கதிர்கள் தோன்றி சில இடங்களில் பிரகாச ஒளிக் கற்றைகளாகத் திரண்டு வெளிர் பச்சை வண்ணமுடையதாகி அதிர்ந்தாட முற்பட்டன. இப்பொழுது அவை பிய்த்துக் கொண்டு கிளம்பி மின்வெட்டு வேகத்தில் வான் முகட்டுக்குப் பாய்ந்தோடின. கண நேரத்துக்கு அப்படியே உச்சியில் ஆடாமல் அசையாமல் நின்று, விரிந்து பரந்த வளைமாடமாய் அமைந்திருந்தன. பிறகு அதிர்ந்தாடிவிட்டு மறையலாயின.''

வடதுருவச் சோதி [Aurora Borealis] என்பதாகக் குறிப்பிடப்படும் காட்சியைப் பற்றிய உள்ளத்தை அள்ளும் சொற்சித்திரங்களில் ஒன்றுதான் மேலே நீங்கள் படித்தது. வடமுனையின் ஆராய்ச்சியாளர் உஷக்கோவ் [G. A. Ushakov] **சென்றறியா மாநிலங்களிலே** என்னும் தமது புத்தகத்தில் அளித்திடும் சித்திரம் இது.

பிரிட்யொவ் நான்சன் வடதுருவச் சோதி குறித்து அளித் திடும் சித்திரமும் இதே போல உணர்ச்சிப் பரவசமிக்க தாய் உள்ளது.

வடமுனையால் கவரப்பட்டோர் எழுதிய எந்தப் புத்த கத்திலும் இந்த அரிய காட்சி பற்றிய சித்திரம் நிச்சயம் இடம் பெற்றிருக்கும். துடிதுடிக்கும் இந்த ஒளிக் கற்றை களையும் தோரணங்களையும் பற்றி, கண்ணைப் பறிக்கும் பல வண்ணத் திரைச்சீலைகளையும் ஜோடனைகளையும் பற்றி, அல் லது விஞடிக்கு விஞடி, ஏன் இன்னுங்கூட சடுதியில் வண்ணம் மாறிடும் அசையாத நெருப்புச் சுடரொளிப் பிழம்புகள் குறித்து நிச்சயம் அதில் சித்தரிக்கப்பட்டிருக்கும். வடதுருவச் சோதியைக் கண்ணுற்றவர் எவரும் இந்த அட்டகாசமான விந்தைக் கூத்தை, ஒளிர்த் துகள்களது இந்தப் பிரகாசக் கோலத்தையும் ஆட்டத்தையும் எந்நாளும் மறக்கவே மாட்டார்.

வடதுருவச் சோதியின் வண்ணக் கோலத்தை ஆராய்ந்த ஓவியர் கமோன்-கமான் [G. N. Gamon-Gaman] பாரென்ட்ஸ் கடலின் கரையில் செங்குத்தான கரைகளையுடைய இருண்ட குறுங்குடாக்களை ஜகஜோதியாக்கிடும் இந்த ஒளிக் கதிர்களது அற்புத விளையாட்டை விவரிக்க இயலாது என்கிறார்.

“...பலவண்ணக் கதிர்கள் வான் முகட்டிலிருந்து கணை களெனப் பாய்ந்தோடி வந்தன” என்று கமோன்-கமான் எழுதுகிறார். “களம் புகுந்து சமர் புரிவோர் போல ஒன்றை யொன்று எட்டிப்பிடித்தும், அவித்தும் சென்று, பிறகு விண்ணின் பிறிதொரு முனையில் திரும்பவும் தோன்றி முன் னிலும் பிரகாசமாய்ச் சுடரொளி பரப்பி வானத்தின் வட கிழக்குப் பிரிவு முழுவதிலும் வண்ண ஜாலம் புரிந்து வளைந்து வளைந்து பறந்து சிதறுண்டு ஓடின. துள்ளித் துடித்திடும்

இந்த வண்ணப் பெருங்கடல் திடீரென மங்கலாகிவிட்டது. கரிய ஊதாவிலும் நீலத்திலும் அதனுள் திட்டுகள் தோன்றின.

“வானம் இருண்டுவிட்டது. ஆனால் விரைவில் இந்தக் காரிருளிலிருந்து மரகதப் பச்சை ஒளிப் பிழம்பு தோன்றி விண்ணில் முன்னிலும் பெரிய பரப்பை ஜோதிவிட்டமாகத் திகழச் செய்து, ஒளி அலைகளாலான வெள்ளப் பெருக்காய் ஓடிற்று. வானம் அனைத்தும் செந்நெருப்பும் சுழல் ஒளிகளும் தீ நாக்குகளும் அதிர்ந்தாடும் ஒளிக்கற்றைகளும் படபடக்கும் பொறிகளும் நெருப்புக் கம்பங்களும் நடனமாடும் ஒளிக் கணைகளுமாகிவிட்டது. பலவண்ண மூடுபனி பரவி நெருப்புப் பூதம் போல தீ இறக்கைகள் விரித்து வெண் முத்துத் தூசுப் படலத்தை எழுப்பிற்று. வண்ணத்தாலும் ஒளிச் சுடராலுமான இப்பெருந்திரள் ஒன்றுகுவிந்து விண்ணுலகு அனைத்தும் பரவிய சொக்கப்பனையாகிவிட்டது.... ஆம், தண்ணொளி வீசிய தீயின் அதியற்புதக் காட்சி விண்ணிலே தெரிந்தது.”

புறவெளியிலிருந்து நம்மை வந்தடையும் குறியறிவிப்புகள் இவை யாவும். காந்த உலைவுகள் [magnetic disturbances], காந்தப் புயல்கள், வடதுருவச் சோதி ஆகிய இவற்றுக்கிடையே திட்டவட்டமான ஓர் உறவு இருப்பது நிலைநாட்டப்பட்டிருக்கிறது. பூமியின் காந்தப் புலனிலுள் நுண்துகள்கள் [corpuscles] ஒரு பெரும் மந்தையாய்ப் பறந்தோடி வருவதானது மேலே சித்தரிக்கப்பட்ட வண்ண ஜாலக் காட்சியைத் தோற்றுகிறது.

காந்தப் புலனானது பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து எல்லாத் திசைகளிலும் பத்தாயிரக் கணக்கான கிலோமீட்டருக்கு விரிந்து செல்கிறது. பேரண்டத்தின் தொலைக் கோடிகளிலிருந்

தெல்லாம் பெரும் பெரும் கூட்டமாய்ப் பறந்தோடி வரும் மின்னணுக்களையும் கருவணுக்களையும் ஏனைய அண்டத் துகள்களையும் [cosmic particles] பூமியினது இந்தக் காந்தப் புலன் பிடித்துக் கொண்டுவிடுகிறது. அண்டக் கதிர் வீச்சுக்கு [cosmic radiation] ஆதாரம் சூரியன் மட்டுமல்ல என்று அண்மையில் நிரூபிக்கப்பட்டது. நமது பால் வழி மண்டலத்திலிருந்தும் ரேடியோ-நெபுலா, வெப்ப நெபுலா எனப்படும் மண்டலங்கள் பலவற்றிலிருந்தும் ஏராள அளவில் அண்டத் துகள்கள் நம்மிடம் வந்து சேருகின்றன. சில விண்கங்கைகளும் [galaxies] அண்டக் கதிர்வீச்சுக்குப் பெயர் பெற்றவையாகும். உதாரணமாய், சிக்னஸ் விண்மீன் கணத்தின் [constellation Cygnus] இரண்டு விண்கங்கைகளிலிருந்து அண்டத் துகள்களால் ஆன கடுமையான கதிர்கள் நம்மிடம் வருகின்றன. இந்த விண்மீன் கணத்தில் இரு விண்கங்கைகள் மோதிக் கொண்டதால் இக்கதிர்கள் தோன்றின என்று சில வானியலாளர்கள் கருது கிறார்கள்; வேறு சிலர் விண்கங்கைகளின் பிறப்புதான் இந்தக் கதிர்களுக்குக் காரணம் என்று நினைக்கிறார்கள். இரண்டாவது கருத்தே உண்மைக்கு அருகாமையில் உள்ள தெனக் கொள்வதற்குக் காரணம் இருக்கிறது.

மூல அண்டத் துகள்கள் பூமி மேற்பரப்பை வந்தடைவ தில்லை. அவை பூமியின் காந்தப் புலனுக்குள் வந்து வளமண் டலத்தின் மேலடுக்குகளிலுள்ள மூலத் துகள்களுடனும் அணுத் துண்டுகளுடனும் மோதி, மெசான்கள், ஹைப் பரான்கள் போன்ற பல வகையான மூலத் துகள்களாலான துணை அண்டக் கதிர்களது அருவியைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இத்துகள்களில் மிகப் பெரும் பகுதியானவை கண்ணுக்குத் தெரியாத பூமியின் காந்தப் புலனுடைய சுருள்களுடன்

இணைக்கப்பட்டு விடுகின்றன. ஒரு சிறு பகுதி மட்டும்தான் காந்தப் புலனின் அடுத்த மண்டலத்தை வந்தடைவதில் வெற்றி பெறுகிறது. இம்மண்டலத்தில் மூலத் துகள்களா லான மற்றொரு அருவிப் பெருக்கு தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. திரும்பவும் இத்துகள்களில் பலவும் காந்தக் கண்ணியில் சிக்குண்டுவிடுகின்றன. ஒரு சிலவே முடிவில் பூமி மேற் பரப்பை வந்தடைகின்றன.

பிற விண்கங்கைகளிலிருந்து நம்மை வந்தடையும் அணுத் துண்டுகளில் சில மிகுந்த ஆற்றல் பெற்றவை. ஆகவே அவை பல சதுர கிலோமீட்டர் பரப்புக்குத் துணை அண்டத் துகள்களின் செறிவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

புறவெளியிலிருந்து வரும் இந்தத் தூதுவர்கள் நமக்குத் தெரிவிக்கும் வேறு தகவல்கள் என்ன? இவற்றின் குறி யறிவிப்புகளிலும் வடதுருவச் சோதியால் ஏற்படும் அவற் றின் பிம்பங்களிலும் அடங்கியுள்ள தகவல்களை புரிந்து கொள்வதில் நாம் வெற்றி பெறப் போகிறோமா?

வெற்றி பெறுவோம் என்றே நினைக்கிறேன். மாயாக் குடிமக்களின் எழுத்துக் குறிப்புகளைப் படித்துப் பொருள் கூறுவதில் நோவாசிபீர்ஸ்க் கணிதவியலாளர்களும் தொல் பொருள் ஆராய்ச்சியாளர்களும் வெற்றி பெறவில்லையா? மின்னணுக் கணிதப் பொறிகளின் துணை கொண்டு அவர்கள் இதைச் செய்தனர். பொருள் காண முடியாத நிரந்தரப் புதிர்களாகிவிட்டதாகக் கருதப்பட்ட இந்த வரிவடிவங்கள் இப்பொறிகளின் துணைகொண்டு பேசத் தொடங்கவில்லையா? நூதனமான மின்னணுக் கணிதப் பொறிகள் புறவெளி யிலிருந்து நமக்கு வரும் இக்குரல்கள் என்ன சொல்கின்றன என்று பொருள் கண்டு நமக்குத் தெரிவிக்கும் காலம் வருமல்லவா? அண்டத் துகள்களில் நம்மை வந்தடைபவை

விண்மீன்களிலும் விண்மீன்களுக்கு இடைப்பட்ட அண்ட வெளியிலும் இருக்கும் சடப்பொருளின் வாழ்வில் நிகழும் மிகப் பெரும் நிகழ்ச்சிகள் குறித்து ஏற்கனவே நமக்குத் தகவல்கள் தெரிவித்து வருகின்றன. புறவெளியானது நாம் நன்கு படித்தறியக் கூடிய திறந்த புத்தகமாகிவிடும் நாள் தொலைவில் இல்லை. நெடுந்தொலைவுகளில் இருக்கும் உலகங்களைப் பற்றி எல்லாம் அதில் படிப்போம். அந்தப் புத்தகத்தின் உள்ளடக்கம் செழுமையானதாகவும் பல்வேறு வகையினதாகவும் இருக்குமென எதிர்பார்க்கலாம். நமது பால்வழி மண்டலத்தின் பல பகுதிகளையும் பற்றிய செய்திகள் அதன் பக்கங்களில் இருக்கக்கூடும். அண்டகோளத்தின் அறிவு படைத்த ஜீவன்களுடன் செய்திகள் பரிமாறிக் கொள்ள முயலுவோரின் குரல்களும் அதில் ஒலிக்கக்கூடும்.

அந்திரமேடா என்னும் புத்தகத்தில் எழுத்தாளர் இ. அ. எப்ரேமவ், பால்வழி மண்டலத்தின் பெரும் பரப்புகளில் அறிவு படைத்த ஜீவன்களையுடைய மிகப் பல கிரகங்களின் நாகரிகங்களிடையே வானொலிச் செய்திப் போக்குவரத்துக்காக அமைந்த ''பெரு வளையம்'' குறித்து எழுதியது உண்மையாகவே இருந்தாலும் இருக்கலாம். நம்மிடமிருந்து பதினொரு ஒளி ஆண்டுத் [light year] தொலைவிலேயே இருக்கும் எப்சிலான் எரிதனி (அழா), தௌ கெட்டி ஆகிய விண்மீன் கணங்களது வானொலிக் கதிர்வீச்சுகள் குறித்து 1960ல் வானியலாளர் டிரேக் [Drake] நடத்திய ஆராய்ச்சிகள் நமக்குத் தெரிந்தவரை வெற்றிகரமாய் இல்லை. அறிவுள்ள ஜீவன்களது குரல்களைக் கேட்பதற்குத் தாம் மேற்கொண்ட முயற்சிகள் பலனளிக்கவில்லை என்று டிரேக் வருத்தத்துடன் ஒத்துக் கொள்ள வேண்டியதாயிற்று என்பது உண்மையே. ஆனால் சூரிய மண்டலத்தைச் சுற்றிலுமுள்ள

அண்டவெளியில் மிகச் சிறியதொரு பகுதியை மட்டுமே அவர் ஆராய்ந்தார். சூரியனிடமிருந்து சற்று தொலைவில் அறிவுள்ள ஜீவன்கள் இருக்கக்கூடும் அல்லவா?

சுமார் 21 சென்டிமீட்டர் நீளமுள்ள மீக்குற்றலைகள் தான் [ultrashort waves] செய்திகள் அனுப்புவதற்கு மிகவும் வசதியானவை என்று விஞ்ஞானிகள் கருதுகிறார்கள். நீரகமே அண்டகோளின் பிரதான தனிமம். தனி நீரகத்துக்குரிய பிரபல வானொலிக் கோட்டின் அலைநீளம் இதுவேதான். துடிப்புடைய நீரக அணுவுடன்கூடத் தோன்றும் கோடு இது. நிறமாலையின் கண்ணுக்குத் தெரியாத பகுதியில் இது சுமார் 21 சென்டிமீட்டர் நீளமுள்ள மீக்குற்றலைகளின் பிரிவில் கதிர்வீச்சாக வெளிப்படுகிறது. வானொலித் தொலைநோக்கிகளைக் கொண்டு இந்த அலைநீளத்தில் இடையருது நாம் புறவெளியை அலசி ஆராய்ந்து கொண்டிருக்கிறோம். இந்த அலை வரிசையில் நாம் அறிவு படைத்த நமது சோதரர்களின் குரல்களைக் கேட்கும் நாள் ஒன்று வருமென்பது அப்படியொன்றும் நம்ப முடியாததல்ல.

பேரண்டத்தின் குரல்கள் சிலவற்றை ஏற்கனவே நாம் புரிந்து கொள்ளத் தொடங்கிவிட்டோம். நமது பால்வழி மண்டலத்தின் மையப் பகுதிகளிலிருந்து நமக்கு வரும் வானொலி அலைகள் பிரம்மாண்ட அணுக்கரு வெடிப்புகள் காரணமாய்த் தோன்றுபவை என்பதை நாம் அறிவோம். நம்மாலுங்கூட இந்தப் பேரண்ட பெருவிபத்துகளையொத்த வெடிப்புகளை — ஒப்பிட முடியாதபடிச் சிறிய அளவில் என்பதைக் கூறத் தேவையில்லை — ஏற்படுத்த முடியும்.

சமோவாத் தீவுகளில் அபியா வானூராய்ச்சி நிலையத்துக்கு அருகே பூமத்திய மண்டலத்தின் ஆராய்ச்சிகளில் ஈடுபட்டிருந்த விஞ்ஞானக் குழுவினர் காந்தப் புயல்களோ,

சூரியச் செயலாற்றலில் முக்கிய கிளர்ச்சியோ இல்லாத ஒரு நேரத்தில் வடதுருவச் சோதியைக் கண்ணுற்றனர். அதே நாளன்று மூவாயிரத்து ஐந்நூறு கிலோமீட்டர்களுக்கு அப்பால் ஜான்ஸ்டோன் தீவின்மீது அமெரிக்க வெப்ப-அணுக் கரு குண்டு ஒன்று வெடிக்கப்பட்டது என்பது பிற்பாடு தெரிய வந்தது. சக்திமிக்க கதிர்வீச்சுக்குரிய இந்த ஆதாரம் தான் இச்செயற்கைத் துருவச் சோதியைத் தோற்றுவித்தது.

1962ல் அமெரிக்கர்கள் நடத்திய அதிவுயர வெடிப்பின் போது ஹவாய்த் தீவுகளிலும் நியூஜீலாந்திலும் மேலும் கடுமையான செயற்கைத் துருவச் சோதிகள் காணப்பட்டன. வெடிப்பு நிகழ்ந்த கணத்தில் வானளாவிய உயரத்தில் சிவப்பும் செம்மஞ்சளும் இளஞ்சிவப்புமான ஒளிப் பிழம்பு தோன்றியது. மனிதகுலத்திற்குக் கிடைத்திருக்கும் இச்சக்தி எத்தனை பெரிது! கதிரியக்கக் கதிர்ப்பால் ஏற்படக் கூடிய அபாயங் குறித்து இயற்கையே நம்மை எச்சரிக்கை செய் கிறது. அண்டத் துகள்கள் உயிர் வகைகளையும் தாவரங்களை யும் அழித்திட வல்லவை என்பது நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கிறது. பூமிக்குக் காந்தப் புலனும் பருத்த வளிமண்டலமும் இல்லை யேல், நமது கோளத்தின் பரப்பிலே உயிர்கள் வாழ முடி யாது. இக்கதிர்வீச்சு மனித உயிரமைப்புக்குக் கேடு விளை விப்பவை. புறவெளியிலிருந்து வரும் இந்தப் பெரிய அபா யத்தைத் தடுப்பதற்காக இயற்கை அன்னை ஒரு கவசத்தை அமைத்திருக்கிறுள். இதே அபாயம் இங்கே பூமியிலேயே உண்டாக்கப்படுவதானது அநியாயத்திலும் அநியாயமாகும். எனவேதான் அணு ஆயுதச் சோதனைகளுக்குத் தடை விதித்த மாஸ்கோ ஒப்பந்தம் முடிவான செய்தியை உலக மக்கள் அத்தனை ஆர்வத்துடன் வரவேற்றனர்.

அதேபோதில் பூமியின் காந்தப் புலன் உயிரினங்களை

எப்படிப் பாதிக்கிறது என்பது குறித்து நாம் அனேகமாய் எதுவும் அறியோம். சில உயிரமைப்புகள் காந்தப் புலன் குறித்து மிகுந்த உணர்ச்சித் திறன் கொண்டுள்ளன என்பது மட்டுமே நமக்குத் தெரியும். உதாரணமாய்ச் சில தாவரங்கள் முளைக்கையில் தமது காம்புகளை காந்தத் துருவங்களின் பக்கம் திருப்பிக் கொள்கின்றன. காந்தப் புலன் குறித்து சில விலங்குகளிடம் ஆக்கநிலை மறிவினைகளை [conditioned reflexes] உண்டாக்குவதில் உயிரியலாளர்கள் வெற்றி கண்டுள்ளனர். நோயுற்றோரின் நிலை காந்தப் புயல்களின் போது மேலும் கடுமையாகிவிடுவதை அண்மைக் கால ஆராய்ச்சிகள் தெரிவிக்கின்றன. முக்கியமாய் இரத்த அழுத்தம், காசம், இருதயக் கோளாறுகள் முதலானவற்றுக்கு இலக்கானோருக்கு இது மிகவும் அதிக அளவுக்குப் பொருந்துவதாய் உள்ளது. உயிரமைப்புகளைக் காந்தப் புலன் பாதிப்பதைக் காட்டும் வேறு சில விவரங்களும் இருக்கின்றன.

காந்தப் புலனும் அண்டக் கதிர்வீச்சினும் பூமி மேலோட்டின் பாறைகளும், உள்ளடுக்குப் பாறைகளும், நடுப்பகுதிப் பாறைகளும் எவ்வகையிலும் பாதிக்கப்படுவது உண்டா?

பூமிக்கு மேல் வளிமண்டலத்தின் மேலடுக்கில், காந்தப் புலன் மண்டலத்தில், மின்னேற்றமுள்ள துகள்கள் ஓடிக் கொண்டிருக்கின்றன. அவற்றில் அணுக்களின் துண்டுகள் பலவும் தனித்தனி மூலத் துகள்களும் உள்ளன. விண்மீன்களுக்கு இடையிலுள்ள அண்டவெளியில் இருக்கும் சடப் பொருள் பிளாஸ்மா நிலையிலுள்ளது. சடப்பொருளுக்குரிய நான்காவது நிலையான இந்தப் பிளாஸ்மா நிலை அண்டவெளியில் எல்லா இடங்களிலும் சாதாரணமாய் எதிர்படுகிறது.

நமக்குப் பழக்கமான திடநிலை, திரவநிலை, வாயுநிலை ஆகிய மூன்று சடப்பொருள் நிலைகளையும் அங்கு காண்பது அரிது. இந்த அண்டவெளிப் பிளாஸ்மா நமது வீதிகளையும் கடைகளையும் ஒளிமயமாக்கி, நகர விளக்குகளின் வண்ண ஜாலத்துக்குக் காரணமான சாதாரண வாயு வெளியேற்றக் குழாய்களில் காணப்படுவதுடன் ஒப்பிடக்கூடியதாகும். இக்குழாய்களிலும் மின்னணுக்களின் அருவி ஓடிக் கொண்டிருக்கிறது. மிகவும் கூடுதலான பத்தாயிரக் கணக்கான டிகிரி வெப்பநிலையில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சி இது. ஆனால் இந்தக் குழாய்களில் ஒன்றைக் கையில் எடுத்துப் பாருங்கள், அது குளுமையாய் இருக்கக் காண்பீர்கள். இந்தக் குளுமையான வாயு-வெளியேற்ற ஒளி நான்காம் நிலையிலுள்ள சடப்பொருளால் தோற்றுவிக்கப்படுவதாகும். இப்பொருள் எல்லையில்லாப் பெருங்கடலாய் நமது புவிக்கோளத்தைச் சூழ்ந்திருக்கிறது.

பூமியினுள் பிரம்மாண்ட அழுத்தத்தில் உருவான சடப்பொருள் இருக்கிறது. பூமியின் உட்கருவில் சடப்பொருளின் அணுக்களது வெளிப்புற மின்னணுக் கவசங்கள் குலைக்கப்பட்ட நிலையில் இருக்கக்கூடும். பூமியின் காந்தப் புலனில் நடைபெறும் எல்லா நிகழ்ச்சிப்போக்குகளாலும் இப்பொருள் பாதிக்கப்படவே வேண்டும்.

பிளாஸ்மாவின் காந்த வாழ்வை பின்வருமாறு இருக்கலாமென நாம் ஊகிக்கிறோம். சூரியனில், அதன் நடுப்பகுதி மண்டலத்திலோ, அதைச் சுற்றிலுமுள்ள இடத்திலோ மாறி மாறிக் கடுமையான இறுக்கங்களும் விரிவுகளும் ஏற்பட்டு காந்தப் புலனில் மாற்றங்களை உண்டாக்குகின்றன. சூரியன் ஒருவித சைக்ளோட்ரானால் சூழப்பட்டிருக்கிறது. காந்தப் புலனில் ஏற்படும் இம்மாற்றங்களால் இந்த சைக்லோட்ரானில் அண்டத் துகள்கள் அபார வேகவளர்ச்சி பெறுகின்றன.

மாஸ்கோவுக்கு அருகில் துப்னுவில் நிறுவப்பட்டிருக்கும் கருவணு-சின்கிரோட்ரானிலும் இதையொத்த நிகழ்ச்சிகள் தான் நடைபெறுகின்றன. 36 ஆயிரம் டன் எடையுள்ள நடுத்தண்டை கொண்ட ஒரு மின்காந்தத்தின் மூலம் வெற்றிடத்தில் இங்கு மூலத் துகள்களுக்கு வேகவளர்ச்சி அளிக்கப்படுகிறது. ஆனால் சூரியன் அளவிட முடியாத மடங்குக்கு இதைவிட சக்தி வாய்ந்தது. அதன் காந்தப் புலனால் வெகுவாய் வேகவளர்ச்சியுற்று பிரம்மாண்ட வேகங்களைப் பெறும் அண்டத் துகள்கள் சுற்றுப்புற மண்டலத்துக்கு ஓடி நமது பூமியின் காந்தப் புலனுக்குள்ளும் வருகின்றன. பிறகு இரண்டாவது, மூன்றாவது, நான்காவது ''தலைமுறைகளைச்'' சேர்ந்த அண்டத் துகள்கள் பூமியினுள் ஊடுருவுகின்றன. காந்த சக்தி வரிக்கற்றைகள் ஒன்றுகுவியும் துருவங்களிலோ, காந்த சக்திப் புலன்களை பெரும் பெரும் காந்தக் குறைபாட்டு மண்டலங்களுடன் இணைத்திடும் கிளைக் கோடுகளின் இடத்திலோ இத்துகள்கள் பூமியினுள் ஊடுருவுகின்றன.

இந்த ஊடுருவல்களால் பூமி பாதிக்கப்படாமல் இருக்க முடியாது. சூரியனில் பெருங் கிளர்ச்சிகள் ஏற்படுகையில் பூமியில் காந்தப் புயல்கள் மூளுகின்றன என்று ஏற்கனவே கண்டோம். மாபெரும் காந்தப் புயல்களுக்கு உட்பட்டு பூமி அதன் அச்சுவழிச் சுழற்சி வேகத்தையுங்கூட மாற்றிக் கொள்கிறது என்பதையும் கண்டோம்.

பூமியினுள் ஊடுருவும் துகள்கள் நமது கோளத்தினுள் இருக்கும் பிளாஸ்மா மண்டலத்தின்மீது செயற்படலாம். அவை பிளாஸ்மாவை தூண்டிவிடக் கூடும்; பொதுவாக அதன் இயற்கை ''மின்னுக்கிகளின்'' இயக்கத்தில் தலையிடலாம்.

பூமியின் உட்புற மண்டலங்களின் பிளாஸ்மாவினுள் அண்டத் துகள்கள் கடுமையாய் ஊடுருவுவதால், பூமியின் காந்தப் புலன் மாறுவது சாத்தியமே. ஆகவே இதைத் தொடர்ந்து பூமியின் சுழற்சி வேகம் குறைவதோடு, பூமி மேலோட்டின் தனிப்பட்ட பகுதிகள் மேலெழும்புவதும் கீழே அழுந்திவிடுவதும் சாத்தியமே.

மலைத்தொடர்கள் உதித்தெழுந்ததை கண்டங்களது இடப்பெயர்ச்சியோடும் மோதல்களோடும் சம்பந்தப்படுத்தும் வெகெனர் அல்லது ஷ்தவுபின் கருதுகோளை ஏற்றுக் கொள்வோமாயின், புறவெளியில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிப் போக்குகளுக்கும் பூமியின் புவியியல் வாழ்க்கைக்கும் நேரடித் தொடர்பு இருப்பதைக் காணலாம்.

சக்திமிக்க காந்தத் துடிப்புகளின் விளைவாய் பூமி மேலோட்டில் பிளவுகளும், தனிப்பட்ட பாறைகளது இடப் பெயர்ச்சியும் மடிப்பும் ஏற்படக்கூடும். இடப்பெயர்ச்சி மண்டலங்களில் மடிப்பு உண்டாகும் நிகழ்ச்சிப்போக்கு இந்தப் பாறைகளிடையிலான மோதலால் நிகழ்வதாகக் கொள்வோமாயின், யாந்திரக முறையில் ஒரு சேர இழுக்கப் படுவதாலேயே ஏற்படுவதாகப் பலராலும் கருதுப்படும் இந்த இடப்பெயர்ச்சியின் உண்மைக் காரணங்களில் ஒன்று பேரண்டச் சக்திகளாகிவிடக் கூடும்.

இச்சக்திகள் மடிப்புக்கு மட்டுமின்றி, நமது கோளத்தின் வாழ்க்கையை நெறிப்படுத்தும் ஏனைய பல விதிகளுக்கும் காரணமாக இருக்குமோ? ஊடுருவும் இந்தக் கதிர்வீச்சின் விளைவுகளில் ஒன்று பாறைகளது கதிரியக்கத்தை உயர்த்திப் புதிய மேக்மா உலைகளைத் தோன்றச் செய்வதாக இருக்கலா மல்லவா?

மேக்மா தெறித்துச் சிதறும் விதிகள் — இந்த மேக்மா விலிருந்து தனித்தனி பாறைகளும் கனிமங்களும் பொருளாதார உபயோகமுள்ள கனிமத் திரட்சிகளும் தோன்றுவது பற்றிய விதிகள் — அப்பொழுது செயல்பட முற்படுகின்றன.

கனிம எண்ணெயும் எரிவாயுவும் பூமியின் ஆழ்மட்டங்களிலிருந்து மேற்பரப்புக்கு வந்துசேரும் இடப்பெயர்ச்சி மேக்மாத் துடிப்புகளால் பாதிக்கப்படுவது சாத்தியமே. இவை யாவும் கற்பிதங்கள்தான் என்றாலும், இவை உண்மையானால் பல புதிர்களுக்கு விடை கிடைத்துவிடும்; சிக்கலான பல பிரச்சினைகள் தீர்க்கப்பட்டுவிடும்.

பூமி தனித்து இயங்கும் கோளமல்ல, பேரண்டத்தின் ஒரு பகுதியே ஆகும். ஆகவே அது பேரண்டத்தின் எல்லாப் பாதிப்புகளுக்கும் உட்பட்டதே. காந்தப் புயல்களால் பூமியினுள் திரியும் மின்னோட்டங்கள் உண்டாகின்றன என்று கண்டோம். பாறைகளின் வழியே இந்த மின்னோட்டங்கள் செல்வதால் நேரிடும் மின்-இரசாயன எதிர்வினைகளை நாம் கணக்கில் எடுக்காமல் விட்டுவிட முடியாது. பாறைகள் வெள்ளத்தில் மூழ்கடிக்கப்படுகையில் வன்மைமிக்க மாறுதல்கள் உண்டாகின்றன. பூமியிலுள்ள உப்புக் கரைசல்கள் மின்பகுப்புக்கு ஏற்ற இயற்கைத் திரவங்களாகும். ஆனால் இயற்கை மின்-இரசாயன எதிர்வினைகள் இன்னும் போதிய அளவுக்கு ஆராயப்பட்டாகவில்லை.

பாறையில் ஏற்படும் மாறுதல்களைப் பற்றிய விதிகளில் சாதாரணமாய் எவற்றை நாம் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்கிறோம்?

மேக்மா உலையின் நிலைமைகளுக்கு ஒத்த நிலைமைகளில் பாறைகளை சுட வைத்தோமானால், சுண்ணாம்புக் கல்லிலிருந்து

சலவைக் கல்லைப் பெறுகிறோம். இதே பாறைகளை உயர்ந்த அழுத்தத்துக்கு உட்படுத்துவோமானாலும் சலவைக் கல்லையே பெறுகிறோம். இது போன்ற நிகழ்ச்சிகள் இயற்கையில் நடைபெறுகின்றன. தரைக்கடியிலுள்ள நீர் புரியும் வேலைகளைப் பற்றி நமக்குத் தெரியும். இந்நீர் பாறைகளிலிருந்து பல வகையான பொருள்களையும் எடுத்துச் சென்று, அவற்றுக்குப் பதில் வேறு பல வகையான பொருள்களையும் பாறைகளினுள் விட்டுச் செல்கிறது. பாறைகள் இம்முறையில்தான் உருவாகின்றன என்பதை நிரூபிக்க முடியாவிட்டாலுங்கூட, பல பொருள்களும் எடுத்துச் செல்லப்படுவதற்கும், வேறு பல பொருள்களும் கொண்டுவந்து சேர்க்கப்படுவதற்குமான வாய்க்கால்களை நம்மை அறியாமலே தேடமுற்படுகிறோம்.

இத்தகைய வாய்க்கால்கள் உண்மையில் இல்லாமற் போனால் என்ன செய்வது? இந்நிலைமையில் பலத்த சூர்ச்சை எழுந்து விடுகிறது. பாறைகளினுள் ஊடுருவும் மின்னோட்டங்களும் கதிரியக்கக் கதிர்களும் அண்டத் துகள்களும் திட்டவட்டமான மாறுதல்களை ஏற்படுத்துவது முற்றிலும் சாத்தியமே.

உதாரணமாய், அண்டத் துகள்கள் பாறைகளை எப்படிப் பாதிக்கின்றன? பலமான கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்படும் பாறையில் குறிப்பிட்ட அளவு சமனித்தனிமங்கள் [isotopes] தோன்றி ஒன்றுகுவிகின்றன. புவிபௌதிகவியல் கனிவள ஆராய்ச்சி முறைகளில் சில, ஓரளவுக்கு இதன் அடிப்படையில் அமைந்தவையே. ஒப்பளவில் பலவீனமான கதிர்வீச்சு ஆதாரங்களைக் கொண்டு செயற்கை நிலைமைகளில் நம்மால் இவ்விளைவுகளை ஏற்படுத்த முடிகிறதெனில், அளவிடற்கரிய பெரிய வீச்சில் இவற்றையொத்த செயல்

களை இயற்கையால் புரிந்திட முடியுமென்பதைக் கூறத் தேவையில்லை.

உரேனியத்திினும் உயர் அணு எண்ணுடைய உரேனியம்-கடந்த தனிமங்கள் [transuranic elements] இயற்கை நிலைமைகளில் கண்டுபிடிக்கப்படுவது உரேனியக் கனிவள ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு இன்று ஒரு புதுமையல்ல. உதாரணமாய், உரேனியம்-கடந்த தனிமங்களில் ஒன்றான புளூட்டோனியத்தை எவ்வாறு உருவாக்கலாம் என்று நமக்குத் தெரியும். உரேனியம்-238 அணுக்கருக்களை அலியணுக் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்படுத்தி அதை உருவாக்கலாம். இயற்கையில் அலியணுக்கள் புறவெளியிலிருந்து வரக்கூடும். இந்த அண்டத் துகள்களாலான கதிர்கள் உரேனியம்-238 மீது செயல்பட்டு புளூட்டோனியம்-239 தனிமத்தைத் தோற்றுவிக்கலாம். இத்தனிமத்தையன்றி கியுரீயம்-247, அமெரிசியம்-243 ஆகியவையும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தத் தனிமங்களுடைய ஆயுள் ஒப்பளவில் குறுகியதாகும். இவற்றில் மிகவும் நிலையற்றதான அமெரிசியத்தின் அரை-ஆயுள் சுமார் ஒன்பதாயிரம் ஆண்டுகள்தான்.

பண்டையக் கட்டாங்கியக் கதையின்படி, காங்கோவின் மீது மிகப் பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பு விண்ணுலகத் தீ இறங்கி வந்தது. இந்தத் தீயிலிருந்து உயர் மதிப்புள்ள உலோகங்கள் பலவும் உதித்தன. பிற்பாடு மத்திய ஆப்பிரிக்காவின் பல பகுதிகளிலும் இவை கிடைக்கலாயின. இது கற்பனைக் கதைதான், இதிலிருந்து நாம் முடிவுகளுக்கு வரக் கூடாது. என்றாலும் இதில் உண்மை துளியளவு இல்லையா, என்ன? மூல வடிவத்தின் மிக நேர்த்தியான சிற்ப நுட்பங்களையும் அப்படியே பதித்துக் காட்டும் ஏமாற்றுக் கற்கள் அல்லது மாய ஓநாய்க் கற்களில் சில, கதிரியக்க முறைகளில் இரசாயனத்

தனிமங்கள் உருமாற்றப்படுவதன் வாயிலாகத் தோன்றிய வை என்பதாகக் கொள்வது தவருகிவிடுமா?

நெறிப்படுத்தப்பட்ட அணுக்கரு வெடிப்பதிர்ச்சிகளின் மூலம் தாதுக்கள், கனிமங்களது திரட்சிகள் உருவாகும் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு மனிதன் ஒரு நாள் கற்றுக் கொள்வது முற்றிலும் சாத்தியமே. தற்போது இது ஒரு கனவே என்ருலும், விஞ்ஞானப் புதினங்கள் கூறிய ஊகங்கள் பலவும் நாளாவட்டத்தில் நடைமுறை உண்மை யாகிவிடவில்லையா? இப்பொருள் குறித்து ஏற்கனவே விஞ்ஞான நூல்கள் வெளிவரத் தொடங்கிவிட்டன. மத்திய உக்ரேனியாவில் உள்ள பாறைகளைப் பற்றிய ஓர் ஆய்வுரையில் கீயெவ் நகரின் விஞ்ஞானியான ஸ்லென்சாக் [O. I. Slenzak] இப்பாறைகளில் ஒரு பகுதி அணுக் கிரியைகளால் தோன்றியதே என்று நிரூபிக்க முயலுகிருர்.

அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளான சீபொர்கும் [Seaborg], பேர்ல்மனும் [Pearlman], ஹாலண்டரும் [Hollander] மற்றும் பலரும் இதைப் போன்ற ஆராய்ச்சிகள் நடத்தி யுள்ளனர்.

ஸ்லென்சாக்குக்கும் இந்த அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளுக்கும் எதிராளிகள் பலரும் இருக்கிருர்கள். அதிவெப்பம், அழுத் தம், தரைக்கடியிலுள்ள நீர் இவை பாறைகளின்மீது செயல் படும் வழக்கமான கருத்துக்களைக் கைவிட்டு வெளிவருவது கடினம்தான். ஆயினும் போதுமான உண்மை விவரங்களால் புதிய கருத்துக்கள் நிலைநாட்டப்படும் காலம் வரத்தான் போகிறது. அப்பொழுது இந்த ஊகங்கள் விஞ்ஞானக் கதை யின் உலகிலிருந்து நடைமுறை விஞ்ஞான உலகினுள் அடி யெடுத்து வைத்துவிடும். நமது புவிக்கோளத்தின் ஆதார நிகழ்ச்சிப்போக்குகளும் சூரியனது ஆதார நிகழ்ச்சிப்போக்கு

களும் ஒத்திருப்பதானது நிரூபிக்கப்பட்டு, பூமி தோன்றியதையும் அதில் நடைபெறும் புவியியல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளையும் பற்றிய ஒரு புதிய தத்துவம் அதனடிப்படையில் தோன்றிடலாமல்லவா?

பூமியின் உள்ளடுக்கு விந்தைமிக்க பூமி நடுப்பகுதியை மூடிமறைத்துக் கொண்டிருக்கிறது. அது மறைத்துள்ளது குறித்து வெவ்வேறான பல கருதுகோள்களும் கற்பிதங்களும் இருந்து வருகின்றன. ஆனால் பூமியின் அடியாழங்களிலிருந்து வரும் குறித்தகவல்களுக்கு மேலும் முழுமையாக விளக்கம் காணப்பட்டதும், அடியாழங்களுக்கும் புறவெளிக்குமிடையிலான செய்திப் பரிமாற்றம் நமது புவிக்கோளத்தின் வியக்கத்தக்க வளர்ச்சி வரலாற்றில் புதிய அத்தியாங்களைத் துவக்கி வைக்கும் என்பது தெளிவு.

தெரியாததைத் தேடுகிறோம்

தொடக்கத் தோல்விகள்

மாபெரும் மோகோத் திட்டங்குறித்து அனைத்து உலகும் முதன்முதலாய் 1957ல் பேசத் தொடங்கிற்று. பூமி மேலோடு பூராவையும் துளைத்துக் கொண்டு விளங்காத புதிரான உள்ளடுக்குக்குச் செல்லும் மீயாழத் துறப்பணத் துளை குறித்து இதுவரை அமெரிக்க ஆராய்ச்சிக் கழகங்களுக்குள் பேசப்பட்டு வந்தது. இந்தத் திட்டத்தைப் பற்றி நான் முதன்முதலாய் அமெரிக்க இதழ் ஒன்றில் படித்தபோது, உடனே எனக்கு 17ஆவது சர்வதேசப் புவியியல் காங்கிரசில் எங்களிடையே எழுந்த வாக்குவாதம் நினைவுக்கு வ்ந்தது. பூமியின் பாறைகள் உதித்தெழுந்த பொருளுக்குள் தாம் ஊடுருவப் போவதாக அமெரிக்கர்கள் எழுதினர். உள்ளடுக்கின் பொருள் உருகிய நிலையில் பூமி மேலோட்டினுள் துருத்திக்கொண்டு உயர்ந்ததென்னும் கருத்து இதில் தொனித்தது. ஆகவே பூமியின் மேலோடு உருகிய பெரிடோட்டைட்டை மூடியிருப்பதாக நம்பும் மெய்யான மேக்மாவாதிதான் இத்திட்டத்தின் தலைவராக இருக்க வேண்டுமென எளிதில் ஊகிக்க முடிந்தது.

இத்திட்டத்துக்குத் தலைமை தாங்குவோர் யார் என்பதை அறிய ஆவல் கொண்டிருந்தேன். அவர்கள் ஒருவேளை 1937ல் 17ஆவது சர்வதேசப் புவியியல் காங்கிரசில் என்னுடன் இருந்திருக்கக் கூடுமல்லவா? அவர்களுடைய பெயர்கள் பிற்பாடு வெளிவந்தன. துறப்பண வேலைகள் அமெரிக்க

ஐக்கிய நாட்டுத் தேசிய விஞ்ஞான நிறுவனத்தின் நெறியாளர் அலன் வாட்டர்மன் [Alan Waterman], டி. எஸ்ஸி. தலைமையில் நடைபெறும் என்றும், அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டு விஞ்ஞானப் பேரவையின் ஆராய்ச்சி மன்றத் தலைவர் டெட்லெவ் டபிள்யூ. புரோன்க் [Detlev W. Bronk] விஞ்ஞானப் பணிகளுக்குப் பொறுப்பாய் இருப்பார் என்றும் அறிவிக்கப்பட்டது. உடனே நான் பெயர்ப் பட்டியலைப் புரட்டிப் பார்த்தேன். இல்லை, அவர்கள் அக்காங்கிரசுக்கு வரவில்லை. ஆனால் அன்று நாங்கள் அவ்வளவு ஆர்வத்துடன் விவாதித்த கருத்துக்கள் அப்படியே அந்தரத்தில் இருந்தன என்று சொல்லலாம்.

சில காலம் வரை இத்திட்டம் உருப்பெறுமலே இருந்தது. கடலாராய்ச்சிக் காங்கிரசுக்காக எல்லா நாடுகளிலிருந்தும் விஞ்ஞானிகள் **1959**ல் நியூயார்க்கில் கூடியபோது முதல் முறையாக இத்திட்டம் பொதுப் பார்வையின்முன் வைக்கப் பட்டது. பல முறை அட்லாண்டிக்கைக் கடந்துள்ள **லொமனேசோவ்** கடலாராய்ச்சிக் கப்பலில் சோவியத் பிரதிநிதிக் குழுவினர் வந்திறங்கினர்.

கடலாராய்ச்சிக் காங்கிரசையொட்டி ஏற்பாடு செய்யப் பட்ட கண்காட்சியில் அமெரிக்கர்கள் பசிபிக் பெருங்கடலில் குவாடலுப் தீவுக்கு அருகில் ஒன்றும், அட்லாண்டிக்கில் புயேர்ட்டோ-ரீக்கோவுக்கு அருகில் மற்றொன்றுமாக இரு ஆராய்ச்சித் துறப்பணத் துளைகள் இடப்போவதாகக் காட்டினர். இத்துளைகளைத் தொடங்குமுன் கப்பலில் இருந்தபடி கடலில் அடித்தரையில் சோதனைத் துளைகளிட்டுப் பார்த்தனர். இவ்வாறு மிகப் பெரிய முயற்சிக்குத் திட்டமிடப் பட்டிருந்தது.

குவாடலுப் தீவில் நில அதிர்ச்சி ஆராய்ச்சிகள் மூலமாய், கடலின் அடித்தரை கடல் மேற்பரப்புக்குக்கீழ் நான்கு கிலோமீட்டர் ஆழத்திலுள்ளது என்பது நிலைநாட்டப்பட்டிருந்தது. இங்கு சுமார் 150 மீட்டர் ஆழத்துக்கு உதிரி வண்டற்படிவு இருக்குமென்றும், அதற்கு அடியில் கெட்டியான பாறைத் தளத்தைத் துளைத்து முடியுமான ஆழத்துக்கு அதனுள் ஊடுருவிச் செல்ல வேண்டியிருக்குமென எதிர்பார்க்கப்பட்டது. இந்தப் பகுதியில் பூமி மேலோட்டின் அடிநிலை கடலின் மேற்பரப்புக்குக்கீழ் 9.5 கிலோமீட்டரில் உள்ளது. அதாவது இங்கு பூமி மேலோட்டின் முழுப் பருமனே 5.5 கிலோமீட்டர்தான். பூமி உள்ளடுக்குக்குரிய பொருளிலிருந்து நம்மைப் பிரித்திடும் தரையின் ஆழம் ஐந்தரைக் கிலோமீட்டரே தான்! இனி சீக்கிரமாய் ஆராய்ச்சியை நடத்தி விளைவுகளைத் தெரிந்து கொள்வதே பிரதான பணியென இயல்பாகவே எல்லோரும் ஒத்துக் கொண்டனர்.

இதன்பின் நடைபெற்ற நிகழ்ச்சிகளின் போக்கு வருமாறு. சர்வதேசப் புவிப்பரப்புக் கணிப்பியல் [Geodesy], புவிபௌதிகவியல் கழகத்தின் அவை 1960ல் பூமி உள்ளடுக்கின் மேற்பகுதியை ஆராய்வதற்காக, இக்கழகத்தின் தலைவரும் சோவியத் விஞ்ஞானப் பேரவையின் துணை உறுப்பினரும் பூமி உள்ளமைப்பு நிபுணருமான பேராசிரியர் பெலவூசாவின் தலைமையில் ஒரு குழுவை நிறுவியது.

விரைவில் துறப்பணத் துளைத் திட்டம் குவாடலுப்பிற்கு அருகே மேற்கொள்ளப்பட்டது. அமெரிக்கர்கள் ஓரளவு ஆபத்துக்குரிய வழியை வகுத்துக் கொண்டனர். இதுவரை அவர்கள் நங்கூரமிட்ட கப்பல்களிலிருந்து சோதனைத் துளைகளிட்டு வந்திருந்தனர். ஆனால் இங்கே இவ்வாறு செய்வது சாத்தியமன்று. துறப்பண வேலையைச் செய்வதற்காக

அமைக்கப்பட்டிருந்த தெப்பத்தை நான்கு கிலோமீட்டர் ஆழத்தில் நங்கூரமிட்டு நிறுத்தி வைக்க முடியாது. அவ்வாறு இடப்பட்ட நங்கூரம் அத்தெப்பத்தை நிலையாக நிறுத்தி வைக்காது.

ஆகவே வேறொரு யோசனை முன்வைக்கப்பட்டது. தெப்பத்தின் நான்கு மூலைகளிலும் திருகுகள் வைக்கப்பட்டு அவை தானியங்கி ஏற்பாட்டினால் கட்டுப்பாடு செய்யப் பட்டன. தெப்பம் நிலை பெயர்வது தெரிந்ததும் இந்தத் தானியங்கி ஏற்பாடு அந்தத் திருகுகளில் ஒன்றை இயங்கச் செய்தது. இத்தொகுப்பு அனைத்தும் அதைச் சுற்றிலும் அமைந்த பல மிதப்புகளின் மூலம், ஒரே இடத்தில் நிலைப் படுத்தப்பட்டிருந்தது.

துறப்பண வேலைகள் **1961** மார்ச்சில் துவக்கப்பட்டன. ஏப்ரலுக்குள் ஆரம்ப விவரங்கள் கிடைத்துவிட்டன. இப் பகுதியில் கடல் ஆழம் எதிர்பார்த்ததைவிட சற்றுக் குறை வாயிருந்தது; நான்கு கிலோமீட்டருக்குப் பதில் **3,570** மீட்டரே இருந்தது. வைரத் துளை உளிகள் கடலின் அடித் தரையில் **150** மீட்டர் ஆழமிருந்த உதிரி வண்டற்படிவைத் துளைத்துச் சென்றன (இவ்விஷயத்தில் கணிப்புகள் சரியாகவே இருந்தன). பிறகு அவை கெட்டியான பாறையினுள் **36** மீட்டர் ஆழத்துக்குத் துளைத்துச் சென்றன.

இந்த ஆழத்திலிருந்து பாறை மேற்பரப்புக்குத் தூக்கப் பட்டதும், துளையிடும் தொகுப்பு இடக்கு செய்துவிட்டது. அதே துளையில் திரும்பவும் பொறுத்த முடியாமற்போய்விட் டதால், துறப்பண வேலைகளைக் கைவிட வேண்டியதாயிற்று.

புயேர்ட்டோ-ரீக்கோவிற்கு அருகிலும் இதே போலத் தான் நேர்ந்தது. இங்கு வீசிய கடும் புயலில் தெப்பம் மிகவும் சாதுர்யமான எல்லா சூட்சுமங்களையும் மீறி நகர்ந்து

விட்டதால், துறப்பண வேலைகளை நிறுத்த வேண்டிய தாயிற்று.

கடலின் தரைக்கடியிலிருந்து தீக்கல் பாறைத் துண்டை மேலே எடுத்ததும், அமெரிக்கர்கள் அதன் கூறுகளை உலகின் பல தேசிய விஞ்ஞானப் பேரவைகளுக்கு அனுப்பினர். இவற்றில் ஒன்று சோவியத் யூனியன் விஞ்ஞானப் பேரவைக்கு அனுப்பி வைக்கப்பட்டது.

பேரவை விஞ்ஞானி ஷ்செர்பக்கோவ் [D. T. Shcherbakov] உடனே இத்துண்டை ஆராய்ச்சியாளர்களிடம் கொடுத்தார். நிர்ணயிப்புகள் பிழையற்றவையாகும் என்பதை அவர்கள் ஊர்ஜிதம் செய்தனர். நிர்ணயிப்புக்கு ஏற்ப அப்பாறை தீக்கல் பாறையே என்பது, இன்னும் கறாராய் அதற்குரிய பெயரில் குறிப்பிடுவதெனில் ஆஹிட்டு-தீக்கல் பாறையே என்பது தெரிந்தது. ஆனால் மிகவும் குறிப்பிடத் தக்கது என்னவெனில் இந்தப் பாறையின் அசல் வயது நிர்ணயிக்கப்பட்டது. இது 21 கோடி 20 லட்சம் ஆண்டுகளுக்குமுன்பு உருவானது என்று தெரியலாயிற்று (இந்தக் கணிப்பு ஒரு கோடி ஆண்டு கூடுதலாகவோ குறைவாகவோ இருக்கக் கூடும்; இது போன்ற கால அளவுக்கு இப்பிழை பெரியதல்ல).

இந்தக் கணிப்பு பசிபிக் பெருங்கடலின் அடித்தரையின் அமைப்பு, அது உருவான விதம் இவை குறித்து பற்பல விஞ்ஞானிகளும் முன்வைத்த கருதுகோள்களையும் நினைவுக்குக் கொண்டுவந்தது. ஜெர்மன் விஞ்ஞானி ஷ்தவுபின் கருத்துப்படி நமது புவிக்கோளின் இப்பகுதியிலிருந்துதான் சந்திரன் பிய்த்துத் தனியே எடுக்கப்பட்டது. பூமியின் வரலாற்றினுடைய துவக்க காலத்தில், 200 கோடி

ஆண்டுகளுக்கு முன்பு இது நிகழ்ந்தது. பூமியின் உடலில் ஒரு பெரிய காயம் உண்டாயிற்று எனலாம். பிற்பாடு பூமியின் அடியாழங்களிலிருந்து தீக்கல் பாறை லாவா மேலே வந்து இந்தக் காயத்தை ஆற்றியது.

ஆழ்மட்டத்தில் தீக்கல் பாறைகள் மெய்யாகவே கண்டு பிடிக்கப்பட்டதானது, ஷ்தவுபின் கருதுகோளை உறுதிப் படுத்துவதாகத் தோன்றியது. ஆனால் இப்பாறைகளின் வயது இந்தக் கருதுகோளின் கண்ணோட்டத்துக்கு ஒவ்வாதபடி மிகவும் குறைவாயிருந்தது. நவீன விஞ்ஞானத்திடம் இருக்கும் விவரங்களைக் கொண்டு பார்க்கையில், சந்திரனைப் போன்ற ஒரு பிரம்மாண்டக் கோளம் தனியே பிரித்தெடுக் கப்படுவது போன்ற ஒரு பெரும் பயங்கர விபத்து பூமியில் ஏற்பட்டதற்கு ஒப்பானதாகக் கருதக்கூடிய நிகழ்ச்சி எதுவும் அக்காலத்தில் நடைபெற்றிருக்க முடியாது.

இதே அளவுக்கு ஐயப்பாடான மற்றொரு கருத்து புஹ்லியக்கோவினுடையது [L. A. Pukhlyakov]. பூமியின் இரண்டாவது துணைக்கோளான பெருன் பசிபிக் பெருங் கடலிலுள்ள பகுதியில்தான் நமது புவிக்கோளத்தின் மேற் பரப்பில் விழுந்தது என்று அவர் கணக்கிட்டார். இந்நிகழ்ச்சி 5 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நடைபெற்றது. ஆனால் இந்தப் பெருவிபத்து நேரிட்டதற்கான அறிகுறிகள் எவற்றையும் புவியியலாளர்கள் கண்டதில்லை.

அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளால் அவர்களது மாபெரும் திட்டத்தை நிறைவேற்ற முடியவில்லை. ஹவாய்த் தீவுகளின் பகுதியில், பசிபிக் பெருங்கடலின் நடுமையத்தில் ஒரு புதிய துளை போடத் திட்டமிடுவதாய் அவர்கள் அறிவித்திருக் கிறார்கள்.

பாதாள உலகின் பரப்பியல்

நாட்டின் பல்வேறு பகுதிகளிலும் ஆழ்நிலைத் துறப்பண வேலைகளை மேற்கொள்வதற்கு சோவியத் யூனியனில் பல காலமாய்த் தயாரிப்புகள் செய்யப்பட்டு வந்துள்ளன. சோவியத் புவியியலாளர்கள் வேறொரு பாதையில் செல்வ தெனத் தீர்மானித்தனர். மீயாழத் துறப்பணத் துளைகள் குறித்து சிக்கலான பல கணக்கீடுகளும் தயாரிக்கப்பட்டன. சோவியத் நாட்டின் எல்லையற்ற பெரும் பரப்புகளில் நில அதிர்ச்சி ஆராய்ச்சித் துறையினரால் பெரிய அளவில் பல வேலைகளும் செய்யப்பட்டன.

நாட்டின் பல பகுதிகளில் நிலத்திலும் கடல் ஆழங் களிலும் பூமி மேலோட்டின் பிரதான இயல்புகளையும் உள் ளமைப்பு விவரங்களையும்கூட நில அதிர்ச்சி ஆய்வாளர்கள் தெளிவுபடுத்தினர். இவ்வாராய்ச்சிக்குரிய நுட்பமுறைகள் செம்மை செய்யப்பட்டன. விசேஷப் பணிகளுக்கான பஸ்கள், லாரிகள், கார்கள் உள்பட பல வாகனங்களும் சாரைசாரை யாய்ச் செல்வதைப் பல இடங்களிலும் காணலாம். இவற் றில் சில சிவப்புக் கொடியைப் பறக்கவிட்டுச் செல்கின்றன. போக்குவரத்துக் குறிகளின் மொழியில் ''எச்சரிக்கை: அபாயகரமான எரிபொருள், அல்லது வெடிமருந்து!'' என்பதே இதன் பொருள். செயற்கைப் பூகம்பங்கள் உண் டாக்குவதற்கான வெடிபொருளை இந்த லாரிகள் எடுத்துச் செல்கின்றன.

நடமாடும் துறப்பணப் பொறிகளும் சாதாரண துறப் பணப் பொறிகளும் இவ்வரிசைகளில் செல்வதைக் காண லாம். விவரப்பதிவு இடத்தை வந்தடைந்ததும் அவை மையத் துளை ஒன்றை இடுகின்றன. அதனுள் வெடிபொருள்

வைக்கப்படுகிறது. பிறகு பூமியின் நடுக்கங்களைப் பதிவு செய்யும் உயர் உணர்வு அதிர்வுவாங்கிக் கருவிகள் 48 சிறிய துளைகளில் தாழ்த்தப்படுகின்றன.

அதிர்வுவாங்கிக் கருவிகள் மத்தியக் கட்டுப்பாடு பஸ்ஸுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு குறியறிவிப்பும் நுட்பமான ஒளிக் கற்றையாக மாற்றப்பட்டு ஒளியுணர்வுக் காகித நாடாச் சுருளில் பாய்ச்சப்படுகிறது. 48 ஒளிக் கற்றைகளும் காகிதத்தில் தமது தடங்களைப் பதிக்கின்றன. நில அதிர்ச்சி அலைகள் பல்வேறு பாறைகளாலும் எப்படி வக்கிரித்துவிடப்பட்டன அல்லது எதிரடிக்கப்பட்டன என் பதை ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு இத்தடங்கள் புலப்படுத்து கின்றன. நில அதிர்ச்சிப் படம் இவ்வாறு நாடாவில் பதிவு செய்யப்படுகிறது. பழக்கமில்லாதவர்களுக்கு இந்த நெருக்க மான வரித்தொகுப்பு தலையும் தெரியாத காலும் தெரி யாத விசித்திரமாகவே இருக்கும். ஆனால் அனுபவமுள்ள புவிபௌதிகவியலாளர் இதிலிருந்து அலைகள் எந்த அடுக் கினுள் புகுந்தன, எவ்விடத்திலிருந்து எதிரடிக்கப்பட்டன என்பன போன்ற விவரங்களை உடனே கண்டு கொள்வார். அவ்வடுக்கு எவ்வளவு ஆழத்தில் இருக்கிறது, நில அதிர்ச்சி அலைகளின் வேகம் வெகுவாய் அதிகரித்துவிடும் மண்டலம் எங்குள்ளது, அதாவது பூமி மேலோட்டின் அடிவரம்பான மோகரோவிச்சிச் இடையீடு எங்கு அமைந்துள்ளது என்பதையெல்லாம் அவர் தெரிந்து கொண்டுவிடுவார்.

நில அதிர்ச்சி ஆய்வாளர்கள்தான் பூமியினுள் பாதை வகுத்துச் செல்வோருக்கெல்லாம் முன்னோடிகள். அவர்களைத் தொடர்ந்து வேறு பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் வருகிறார்கள். ஆழ, மீயாழத் துளைகள் இடப்பட வேண்டிய இடங்களை இவர்கள் திட்டமிட்டு நிர்ணயிக்கிறார்கள். சோவியத் நாட்

டில் இப்பணியின் பிரதான தலைவர்களில் ஒருவர் பேராசிரியர் கோதின். பூமி மேலோட்டின் அமைப்பை ஆராய்வதில் இவர் அளவிலா ஆர்வம் கொண்டவர்; இவ்வாராய்ச்சிப் பணிக்குத் தமது வாழ்வையே அர்ப்பணித்தவர்.

மாஸ்கோ பல்கலைக்கழகக் கட்டடத்தின் 28ஆவது தளத்தில் இருக்கும் புவி விஞ்ஞானக் கண்காட்சிக் கூடத்தில் அரியதொரு படத்தைக் காணலாம். சோவியத் யூனியனின் குறுக்கே பூமி மேலோட்டின் கிடைமட்ட வெட்டுத் தோற்றத்தை இப்படம் காட்டுகிறது. இந்தக் கண்காட்சிக்கூடத்தில் பணியாற்றும் துணைப் பேராசிரியர் அப்ரோதவ் [V. A. Aprodov] இப்படத்தைத் தயாரித்தார். கோதினும் அவரைச் சேர்ந்த ஊழியர்களும் மற்றும் பூமி மேலோட்டின் கட்டமைப்பை ஆராய்ந்த பிற விஞ்ஞானிகளும் சேகரித்த விவரங்களை உபயோகித்துத்தான் இந்த வெட்டுத் தோற்றம் தீட்டப் பட்டது. இதனை வரைவது எளிய காரியமல்ல. பரவலான விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி விவரங்களின் அடிப்படையில் வரையப்பட்டுள்ள இது பூமி மேலோட்டின் பல்வேறு பகுதிகளிலுமுள்ள நானாவிதமான உள்ளமைப்பு வகைகளையும் புலப்படுத்துகிறது.

சோவியத் யூனியனது ஐரோப்பியப் பகுதி, யூரல் இவற்றின் எல்லைகளுக்குள்ளுங்கூட பூமி மேலோடு மாறுபடுகிறது. மேற்கு சைபீரியாவில் இது முற்றிலும் வேறுவிதமாய் உள்ளது. யெனிசேய், லேனு ஆறுகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதியின் உள்ளமைப்பு சோவியத் நாட்டின் ஐரோப்பியப் பகுதியின் உள்ளமைப்பை ஒத்திருக்கிறது. சோவியத் யூனியனது கிழக்குப் பகுதியில் இன்னுமொரு வகைப்பட்ட உள்ளமைப்பு இருக்கக் காண்கிறோம். இங்கு மடிப்பு மலைகளின் வேர்ப் பகுதிகள் பூமி மேலோட்டின் ஆழ்மட்டங்களுக்குச்

செல்கின்றன. இதன்பின் நிலத்துக்கும் கடலுக்கும் இடையிலான போராட்டத்தின் அறிகுறிகள் மேலும் மேலும் தெளிவாகப் புலப்பட முற்படுகின்றன. பூமி மேலோட்டின் நில மண்டல உருவரை [contour] திடுதிப்பென மறைந்து, நீர் மண் டலங்களுக்குரிய உருவரை ஆரம்பமாகிறது. இங்கு கருங் கல் பாறை அடுக்கு இல்லாமற்போய், தீக்கல் பாறை அடுக்கு மேற்பரப்பை ஒட்டினாற்போல் வந்துவிடுகிறது. தீவு மண் டலத்தில் பூமி மேலோடு சற்று பருமனுடையதாகி, பிறகு கடலின் அடித்தரையை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல, மேலும் மேலும் மெல்லியதாகி விடுகிறது.

பூமி மேலோட்டின் பிற பகுதிகளைப் பரிசீலனை செய்தால், இடத்துக்கு இடம், தனி இயல்புகள் இருக்கக் காண்கிறோம். கருங்கடல், காக்கசஸ் வழியிலான குறுக்குவசத் தோற்றம் குறிப்பிடத்தக்கதாகும். மலைப் பிரதேசமான காக்கசசைப் பொறுத்தவரை அது பூமி மேலோட்டு நில மண்டலப் பகுதி களிலிருந்து எவ்வகையிலும் மாறுபடவில்லை. இவ்விடத்தில் மேலோட்டின் பருமன் சுமார் 40 அல்லது 50 கிலோமீட்டர் இருக்கிறது. வண்டற்படிவு அடுக்கும், கருங்கல் அடுக்கும், தீக்கல் அடுக்கும் இங்குள்ளன. ஆனால் கருங்கடல் பிரதேசத்தில் நீர் மண்டல பூமி மேலோட்டு கட்டமைப்பு வகைக்கு மாறத் தொடங்குவதைக் காண்கிறோம். எனினும் இவ்வகையிலிருந்து குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடுகள் இருப்பதும் தெரிகிறது.

பிரதான வேறுபாடு என்னவெனில் இங்கு பூமி மேலோட் டின் பருமன் கடலில் இருப்பது போல் ஐந்து, பத்து அல்லது பன்னிரண்டு கிலோமீட்டராய் இல்லாமல், இப்பகுதி முழுமையிலும் இருபது கிலோமீட்டராய் உள்ளது. வண்டற் படிவு அடுக்கு மிகுந்த பருமனுடையதாய் இருக்கிறது (பத்து

அல்லது பன்னிரண்டு கிலோமீட்டருக்கு மேல்); நீர் மண்டலத்தில் இவ்வடுக்கின் பருமன் ஒப்பளவில் மிகமிகச் சொற்பமாகவே இருக்கிறது. கருங்கல் அடுக்கு அறவே அல்லது அனேகமாய்க் காணப்படுவதில்லை. சிறுசிறுத் தீவுக ளாகவே காணப்படுகிறது. இதற்கடியில் ஐந்து முதல் எட்டு கிலோமீட்டர் வரை பருமனுள்ள தீக்கல் அடுக்கு அமைந் திருக்கிறது. இதற்கும் அடியில் பூமி உள்ளடுக்கின் மேற் பகுதி இருக்கிறது.

துறப்பணத் துளை போடுவதற்கான இடத்தைக் குறிப் பதற்கு நிலப்படத்தில் ஒரு புள்ளி இட்டால் போதும் என் பதாகத் தோன்றும். ஆனால் இவ்வாறு ஒரு புள்ளி இடு வதற்குமுன், ஒரு பெருந்தொகுப்பைச் சேர்ந்த பலவகை யான விவரப்பதிவுகளையும் செய்தாக வேண்டும். அதிகபட்சப் பயனளிக்கத்தக்கதான புள்ளியைத் தெரிந்தெடுத்தாக வேண் டும். சோவியத் நாட்டில் 15 முதல் 18 கிலோமீட்டர் வரை ஆழமுள்ள ஐந்து துறப்பணத் துளைகள் இட ஏற்பாடு செய்வதென முடிவெடுக்கப்பட்டதற்குப் பிரதான காரணம் என்ன? இது போன்ற பணியின் தேசியப் பொருளாதார முக்கியத்துவமே பிரதான காரணம்.

இந்த முடிவை வந்தடைவதற்குமுன் பல விஞ்ஞானிக ளிடையிலும் கருத்து மோதல் ஏற்படவே செய்தது. இத்துளை களுக்குரிய இறுதியிடப் புள்ளிகள் குறித்து விவாதம் இன் னும் முடிவடைந்துவிடவில்லை. ஆனால் ஆழ் துளைகளுக்கான பிராந்தியங்கள் குத்துமதிப்பாக வரையறுக்கப்பட்டுவிட்டன.

இந்தத் துறப்பணத் துளைகளின் கதைகளை இவ்விடங் களில் எடுக்கப்பட்ட பாறைகளையே சொல்லும்படிச் செய் வதுதான் நல்லது. இப்பாறைகளைப் போல் சிறப்பான முறை யில் யாராலும் அவற்றைக் கூற முடியாது. இந்தக் கற்கள்

உருவான நிலைமைகள், அவை நேரில் கண்ட பல்வேறு விதமான அனுபவங்கள், அவை சம்பந்தமான பிரச்சினைகள் ஆகிய இவை யாவற்றையும் பற்றிய தகவல்கள் பேசா மடந்தைகளான இக்கற்களிடம் உள்ளன. இதன்றி, இன்னமும் நம் கண்ணில் படாமல் மறைந்திருக்கும், நாம் அறியாத பாதாள உலகின் பரப்பியலையும் அமைப்பியலையும் பற்றிய பொதுக் கூறுகளை இக்கற்கள் நமக்குப் புலப்படுத்த வல்லவை.

நான் வெகுவாய்ப் போற்றும் சில வகைக் கற்கள் என்னுடைய சேகரிப்பில் உள்ளன. பார்வைக்கு அவை ஒன்றும் பிரமாதமாய் இருக்காது. ஆனல் பார்வையைக் காட்டிலும் முக்கியமான கூறுகள் சிலவற்றில் அவை பிற கற்களிடமிருந்து வித்தியாசப்படுகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றும் அதற்குரிய கதையைப் பெற்றுள்ளது. உள்ளத்தை அள்ளும் திறனுடைய கதை அது. வீதிக்குத் தளம் போட பயன்படும் சாதாரண உருளைக் கல்லுங்கூட ஆராய்ச்சியாளருக்கு உணர்ச்சி ததும்பும் கதை கூற வல்லது. ஒருநாள் நான் இது போன்ற ஒரு கல்லின் கதையை எழுதுவேன். புவியியலாளருக்குக் கற்கள் மனிதர்களை ஒத்தவை; இக்கற்களின் கதி அவற்றினுடைய பண்புகளையும், சூழ்நிலையையும், ஏன் சமய சந்தர்ப்பங்களையும் பொறுத்ததாகும்.

பட்டை தீட்டப்பெற்றுக் கண் கவரும் வண்ணம் ஒளி முகங் காட்டும் வைரத்தை உதாரணமாய் எடுத்துக் கொள்ளலாம். மார்ஷலின் நட்சத்திரத்தில் அமைந்து இவ்வைரம் அதை அணிந்துள்ளவரது இராணுவச் சிறப்பின் புகழைப் பாடுகிறது. அது மிகவும் கெட்டியான பாறைகளையும் துளையிட்டுச் செல்கிறது, ஆயிரக் கணக்கான இயந்திர உறுப்புகளை உருவாக்கிடுகிறது, மிக மெல்லியக் கம்பிகளைச் செய்ய

உதவுகிறது, மிகவும் நுட்பமான நேரக் கணிப்புக் கருவியின் பேரிங்குகளில் அமைந்து பணி புரிகிறது. வேறுவகையான நிலைமைகளில் இதே வைரம் கொலைக்கும் துரோகத்துக்கும் இரத்தக் களரிக்கும் காரணமாகவும் அமைகிறது.

'கோகினூர்' வைரம் கண் கூசும் ஒளி படைத்தது. ஆனால் இதனுடன் தொடர்பு கொண்ட கொடுங் குற்றங்களுக்கு அளவு உண்டோ! ஐயாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு அது இந்தியாவில் கிடைத்ததென்று கூறப்படுகிறது. எத்தனை அரசர்களின் கைக்கு அது மாறியது. அதன் உடைமையாள ராக வேண்டுமென்று கொலைபாதகச் செயல்கள் எத்தனை யோ புரியப்பட்டன. அதன் இந்திய உடைமையாளர்களில் கடந்த ஐந்நூறு ஆண்டுகளில் ஒருவரேனும் இயற்கை மரணமடைந்ததில்லை என்று சொல்கிறார்கள்!

'அக்பர் ஷா' வைரம் இப்பொழுது சோவியத் நாட்டின் வைரச் சேமிப்பகத்தில் அமைதியாக இருந்து வருகிறது. பத்தொன்பதாவது நூற்றாண்டில் டெஹ்ரானில் ருஷ்யத் தூதுவராயிருந்த எழுத்தாளர் கிரிபயேதோவைக் [Griboyedov] கொன்றதற்குச் சன்மானமாக அது ஜார் அரசாங்கத்துக்குத் தரப்பட்டது.... இவை போன்ற ஏனைய இரத்தினங் களின் வரலாற்றில் எத்தனை கொடிய தகாச் செயல்கள் நிறைந்துள்ளன!

வேறொரு வகை வரலாற்றுக்குரிய கற்களும் இருக் கின்றன. அவை ஒளி வீசவோ, மின்மினுப்பதோ இல்லை. பல பேருடைய வாழ்வுக்கும் அவை மையமாகத் திகழ்கின்றன. அவற்றின் வரலாறு சுவையானது. அவை பூமியின் வரலாறு கண்ட மாபெரும் நிகழ்ச்சிகளுக்குச் சான்று பகரவல்லவை. மீயாழத் துறப்பணத் துளைகள் போடப்படவிருக்கும் இடங் களிலிருந்து வந்த கற்கள் அவை.

முதலாவது கல் சொல்லும் கதை

முதலாவது கல் பஷ்கீரியாவிலுள்ள யூரல் மலைத் தொடர்ப் பகுதியில் ஆழமான துறப்பணத் துளையிலிருந்து வந்தது. இரண்டு கிலோமீட்டர் பருமனுள்ள பாறைகளுக்கு அடியில் இருந்தது அது. அந்த ஆழ்மட்டத்திலிருந்து அது மேலே தூக்கப்பட்டதும், தனது அமைதியைக் கலைக்கத் துணிந்தோர்மீது ஆத்திரங் கொண்டது போலப் பச்சை மேனியுடையதாக மாறியது. பச்சை கலந்த கறுப்பு நிறத்துடன் தோன்றிய அது ஏனோ தெரியவில்லை அரபிக் கதைகளில் வரும் வேதாளம் போன்றிருந்தது. ஆனால் ஒரு வித்தியாசம் என்னவெனில் அது கூச்சலிடவோ அச்சுறுத்தவோ இல்லை. மாறாக, தன்னைப் பற்றி எதுவும் சொல்ல மறுத்து, வாய் மூடிய மௌனியாக இருந்தது...

இந்த அடங்காத வேதாளத்தைக் குறுக்கு விசாரணை செய்வதென விஞ்ஞானிகள் தீர்மானித்தனர். கல்லையும் பேச வைப்பதற்கான முறைகளை அறிந்தவர்கள் நவீன கால ஆராய்ச்சியாளர்கள்.

முதலில் இந்தக் கல்லிலிருந்து ஒரு மில்லிமீட்டரில் இருநூற்றில் ஒரு பங்கான பருமனுள்ள மெல்லிய தகட்டை அல்லது இதற்குரிய பெயரில் சொல்வதானால் பகுப்பை விஞ்ஞானிகள் வெட்டியெடுத்தனர். இந்த மெல்லிய தகடு ஒளி புகக்கூடியது; இதனை உருப்பெருக்கியில் வைத்து நன்கு பரிசீலனை செய்யலாம். புவியியல் உருப்பெருக்கியின் உதவியால் பரிசீலனை செய்யப்பட்டபோது இந்த வேதாளம் மங்கலான பல நூறு நிறக்கூறுகளைக் காட்டி ஜாலம் புரிந்தது. அதன் நிறம் கரும் பச்சையிலிருந்து மங்கலான நச்சுப் பச்சை மஞ்சள்வரை விதம் விதமாய் மாறிற்று. இம் மங்கல் நிறக்

கூறுகளை புவியியலாளர் நன்கு அறிவர். ஹார்ன்ப்லெண்டு அல்லது அம்விபோல் எனப்படும் கனிமத்துக்குரிய நிறக்கூறு கள் இவை. அதன் பச்சைப் புள்ளிகளில் வெல்ஸ்பாரின் உருவரைகளை உடனே அடையாளம் கண்டு கொள் ளலாம். வெல்ஸ்பாரை வெள்ளையும் கறுப்புமான அதன் படிவரிசைப் படிகங்களைக் கொண்டு இனங்கண்டு கொள்ள லாம்.

வேதாளம் விரும்பினாலும் விரும்பாவிட்டாலும் இனி அதனால் தன் பெயரை வெளிப்படுத்தாமல் இருக்க முடிய வில்லை. பிரதான கனிமத்தின் பெயரைக் கொண்டு தனக்கு அம்விபோலைட் என்று பெயரென அது ஒப்புக்கொள்ள வேண்டியதாயிற்று. தனது பெயர் வெளியாகிவிட்டதைக் கண்டதும் அது திடீரெனப் பேசத் தொடங்கிவிட்டது. அரபிக் கதையின் வேதாளத்தைப் போல் பழங்காலப் பாணி யில் பேசுவதற்குப் பதிலாய், அது வாயில் நுழையாத கடின சொற்களை அள்ளிவீசி ஆடம்பரமாய்ப் பேசிற்று: ''அம்வி போலைட் பாறைகளான எங்களை உலகெங்கும் காணலாம். நாங்கள் மெய்ப் பாறைகளான [ortho-rocks] அபொகபிராயிக், அபொடியாபேசிக் வகைகளாகவும், ஒப்புப் பாறைகளான [para-rocks] அபொமர்லேசியசாகவும், மேக்மா பாறை களுடனை தொடர்பு காரணமாய்த் தோன்றும் மிகுதியான பல சேர்மானங்களுடன்கூட கலப்புப் பாறைகளான [mixto-rocks] அபொசுண்ணக் கற்களாகவும் இருக்கிறோம்.''

இந்தப் பேச்சைக் கேட்டதும் புவியியலாளர்களுங்கூட வியப்புற்றுவிட்டனர். அம்விபோலைட் வேதாளம் எல்லா விவரங்களையும் எல்லோருக்கும் புரியக் கூடிய மொழியில் திருப்பிச் சொல்ல வேண்டுமென்று கோரினர்.

உச்சரிப்பதற்குக் கடினமான இந்தச் சொற்களில்

முக்கியமான பொருள் மறைந்திருந்தது தெரியலாயிற்று. வேதாளம் தான் பிறந்த கதையைக் கூறத் தொடங்கிற்று. சாதாரண அன்ருடப் பேச்சு மொழியில் பெயர்த்துச் சொன்னுல் அது கூறியதன் பொருள் இதுவே: புவியியலாளர்கள் பலரும் நினைப்பது போல எல்லா அம்பிபோலைட்டுகளும் 'மேக்மா உலைகளின் உருகியச் சென்னிற நெருப்புத் திரவத் திரட்சிகளுடன் கூடி வாழ்ந்ததன் விளைவாய்த் தோன்றிவிட வில்லை. ''இல்லை, அம்பிபோலைட்டுகளான நாங்கள் கடலின் வண்டற் சகதியிலிருந்தும் தோன்ற முடியும்'' என்று அந்த வேதாளம் அறிவித்தது. புவியியலாளர்கள் உடனே எச்சரிக்கையாகிவிட்டனர். விடாமல் தொடர்ந்து அவர்கள் குறுக்குவிசாரணை நடத்தினர்.

இச்சந்தர்ப்பத்தில் புவிபௌதிகக் கருவிகளை உபயோகிக்க வேண்டியதாயிற்று குறுக்கு விசாரணை செய்த விஞ்ஞானிகள் அந்த வேதாளம் தோண்டியெடுக்கப்பட்ட இடத்துக்குப் போக வேண்டியதாயிற்று. தமது கருவிகளைக் கொண்டு அவர்கள் பல நூறு கிலோமீட்டர் தொலைவுக்குப் பரிசீலனை செய்ய வேண்டியிருந்தது. இவ்வாறு பரிசீலனை செய்ததன் விளைவாய், அம்பிபோலைட்டுகளும் அவற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட மற்றும் பல பாறைகளும் இங்கே தரைக்கடியில் ஏனைய யூரல் பாறைகளைப் போலல்லாது வேருெரு விதமாய் அமைந்திருப்பது தெரியலாயிற்று.

யூரல் பாறைகளின் தனிப் பண்புகள் யாவை? முதலாவதாக, அவை தீர்க்கரேகைகளின் திசையில் நீண்டிருக்கின்றன. யூரல் மலைகள் காராக் கடலிலிருந்து ஆரல் கடல் வரை வியாபித்துள்ள மலைத்தொடராகும் என்பது சிறு பிள்ளைகளாக இருக்கையில் எங்களுக்குச் சொல்லிக் கொடுக்கப் பட்ட ஒரு விவரம். ஆனுல் அம்பிபோலைட் வேதாளத்துடன்

நேரடியாகத் தொடர்பு கொண்ட பாறைகள் அட்சரேகைகளின் திசையில் நீண்டிருந்தன; இவை தொடர்குன்றுகளை ஒத்த சங்கிலிகளின் வடிவில் யூரல் மலைத் தொடரைப் பல இடங்களில் கடந்து சென்றன. அட்சரேகையின் திசையிலமைந்த யூரல் பாறைத்தொடர் தீர்க்கரேகையின் திசையிலமைந்த யூரல், மலைத்தொடரை, மலைத்தொடர் எதுவுமே இல்லாதது போலக் கடந்து சென்றது.

உருப்பெருக்கியின் அடியிலிருந்து இந்த அம்பிபோலைட் வேதாளம் அளித்த முக்கியமான ஒப்புதல் வாக்குமூலம் இதனைத் தெளிவுபடுத்திற்று. தரைக்கடியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பாறைத் தொடர் மேக்மா உலைகளை ஒத்த உள்ளீட்டுப் பிதுக்குப் பாறைகள் அல்ல; முன்பொரு காலத்தில் மேற்பரப்பிலே உருவாகி பிற்பாடு ஆழ்மட்டங்களிலே புதையுண்டுவிட்ட சாதாரணப் பாறைகளின் எச்சமாகும் அது. ஆகவே மிகவும் தொன்மையான காலத்தில் பழம்பெரும் யூரல் மலைத்தொடரின் இருப்பிடத்தில் கடல் ஒன்று இருந்திருக்க வேண்டும். இக்கடலில் வண்டற்படிவுகள் குவிந்திருக்க வேண்டும். இவை யாவும் நடந்தது எப்பொழுது?

பேரவை விஞ்ஞானி பல்கானேவ் [A. A. Polkanov], பேராசிரியர் கெர்லிங் [E. K. Gerling] லெனின் பரிசு பெற்ற இவ்விரு சோவியத் விஞ்ஞானிகளும் நடத்திய விசாரணையின் விளைவாய் இந்தப் பாறைகள் வேறு வழி எதுவுமின்றி தமது வயதைத் தெரிவிக்க வேண்டியதாயிற்று.

இப்பொழுது அம்பிபோலைட் வேதாளம் சோவியத் விஞ்ஞானப் பேரவையின் பஷ்கீரியக் கிளையைச் சேர்ந்த ஊழியரான விஞ்ஞானக் காண்டிடேட் பட்டம் (புவியியல்-கனிமவியல்) பெற்ற மரீனு அர்த்தூரொவ்னு காரிஸிடம் [Garris] வந்தது. அவர் என்ன செய்தார் தெரியுமா? இந்தக் கல்லில்

ஒரு சிறு துண்டை சன்னமான தூளாகப் பொடிந்து, அதை அமிலங்களில் இட்டு, சுட வைத்தார். இன்னும் என்னென்னமோ செய்தார். வேதாளம் அடிபணிய வேண்டியதாயிற்று. தான் பிறந்த கதையை அது விஞ்ஞானிகளுக்குத் தெரிவித்துவிட்டது.

இந்த வேதாளம் பிறந்து சரியாக 150 கோடி ஆண்டுகளாகிவிட்டன! இந்த இலக்கம் விஞ்ஞானிகளைத் துணுக்குறச் செய்துவிட்டது. மிகமிகப் பழைமையான யூரல் பாறைகளுங்கூட இதைவிட இளைமையானவை, எப்படியும் 120 கோடி ஆண்டுகளுக்கு மேலிருக்காது என்று இதன்முன் விஞ்ஞானிகள் திடமாய் நம்பி வந்தனர்.

ஆனால் இந்த வேதாளம் வயதில் ஏனைய பாறைகளைவிட மூத்ததல்ல. அதன் சகாக்களில் பல அதற்கும் முன்னால் பிறந்தவை. ஸ்வெர்திலோவ்ஸ்கிலுள்ள இதையொத்த ஓர் ஆய்வுக்கூடத்தைச் சேர்ந்த பேராசிரியர் லெவ் நிக்கொலாயெவிச் ஒவ்ச்சின்னிக்கோவ் [Ovchinnikov] 19 கோடி ஆண்டுகள் நிரம்பிய பாறைகளைக் கண்டுபிடித்தார்! கிராஸ்னெக்காம்ஸ்க்கில் ஒரு துறப்பணத் துளையில் இவ்வயதுடைய பாறைகள் கிடைத்தன. இங்கு அவை பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து 2,900 மீட்டர் ஆழத்தில் ஒளிந்து கொண்டிருந்தன.

கிராஸ்னெக்காம்ஸ்க்கிலிருந்து வந்த இந்த வேதாளம் (புவிபௌதிகவியல் ஆராய்ச்சிக் கருவிகளை மொழிபெயர்ப்பாளர்களாகக் கொண்டுதான் இதுவும் பேசிற்று) தானும் தன்னைச் சேர்ந்த பாறைகளும் ஒரு நீண்ட மலைத்தொடராய் ஏறத்தாழ கீரோவ் நகரிலிருந்து சைபீரியாவின் ஒப் ஆற்றின் நடுப் பகுதிகளிலுள்ள ஹான்தீ-மன்சீய்ஸ்க் வரையில் வியாபித்திருந்ததாகக் கூறிற்று. இந்தத் தொலைவு சுமார்

2,000 கிலோமீட்டராகும். அதாவது இந்தப் பாதாள மலைத் தொடர் கிட்டத்தட்ட யூரல் மலைத்தொடரின் நீளமுடையது.

இந்த வேதாளங்கள் புவியியலாளர்களை ஆழ்மட்ட யூரல் தொடரை ஆராய முற்படும்படிச் செய்தன. ஆனால் தரைக்கடியில் புதைந்து கிடக்கும் இத்தொடர்களில் இருக்கக்கூடிய பொருளாதார உபயோகமுள்ள கனிமங்கள் எவை என்னும் பிரதான கேள்விக்கு இன்னும் நமக்கு விடை கிடைத்தாகவில்லை. முதுபெரும் வேதாளங்களைத் தொடர்ந்து இது குறித்து விஞ்ஞானிகள் குறுக்கு விசாரணை செய்து வருகிறார்கள்.

உலகின் எல்லா நாடுகளிலும் ஏறத்தாழ 200 கோடி ஆண்டுகள் நிரம்பிய பாறைகளில் இரும்பு, செம்புத் தாதுகள் குவிந்திருக்கின்றன என்பதும், மற்றும் அரிய உலோகங்களது தாதுகளும் உயர்மதிப்புடைய மற்றும் பல கனிமங்களும் அவற்றில் அடங்கியுள்ளன என்பதும் விஞ்ஞானிகளுக்குத் தெரியும்.

அண்மையில் வேதாளக் குறுக்குவிசாரணையை டெக்டானிஸ்டுகள் எனப்படும் விஞ்ஞானிகள் மேற்கொண்டனர். புவியியலின் இக்கிளையைச் சேர்ந்தோர் பூமி மேலோடு உருவானது பற்றிய விதிகளையும், இம்மேலோட்டின் வளர்ச்சி வரலாற்றையும் ஆராய்கிறவர்கள். அட்சரேகை பாதாள யூரல் பாறைத்தொடர் பல்வேறு ஆழங்களில் இருப்பதை டெக்டானிஸ்டுகள் நிலைநாட்டினர். உதாரணமாய் கீரோவுக்கும் சுசொவாயா ஆற்றுக்கும் இடைப்பட்ட அட்சரேகைத் தொடர் ஐந்து அல்லது ஆறு கிலோமீட்டர் ஆழத்திலும் அதற்கும் கூடுதலான ஆழத்திலும் செல்கிறது. ஆனால் மத்திய யூரலில் இந்தப் பாறைத் தொடர் பண்டைக் கால பூகம்பங்களால் சிதைவுற்று பல்வேறு ஆழங்களில் அமைந்த

தனித்தனி பகுதிகளாகிவிட்டன. இவற்றில் சில மேற்பரப்புக்கு அருகாமையில் உள்ளன. இவற்றில் ஒன்று நீழ்னிய்தாகீல் நகருக்கு அருகில் இருப்பதாகக் கருதலாம். புதையுண்ட யூரலின் இதையொத்த உயர் மட்டப் பகுதிகளை அட்சரேகை மலைத்தொடரின் டிரான்ஸ்-யூரல் பகுதியிலும் காணலாம்.

பெயரில்லாத இந்த அட்சரேகை யூரல் பாறைத்தொடருக்கு விரைவில் பெயர் சூட்டப்பெற்றுவிடுமென எதிர்பார்க்கலாம். தற்காலிகமாய் இப்பொழுது இது மூன்ருவது யூரலாகக் குறிப்பிடப்பட்டு வருகிறது. முதலாவது யூரல் காராக் கடலிலிருந்து முகொஜார் மலைகளுக்குச் செல்லும் மலைத்தொடராகும். இதற்கு இணையாகச் செல்லும் பாதாள டிரான்ஸ்-யூரல் தொடர்தான் இரண்டாவது யூரல். ஆனல் அட்சரேகைத் தொடர்தான் யாவற்றுக்கும் முதலில் பிறந்தது; ஆகவே முதலாவது தொடர் என்னும் பெயர் இதற்குத்தான் பொருத்தமாயிருக்கும். இதில் ஒரு கணிசப் பகுதி முற்காலத்தில் பியர்மீயா என்றழைக்கப்பட்டு வந்த ஒரு பிரதேசத்தின் வழியே செல்கிறது. இன்றைய பேர்ம் பிராந்தியத்தைக்காட்டிலும் அது சற்று பெரியதாயிருந்தது. 'பேர்ம்' என்பது பியர்மீயா என்னும் சொல்லிலிருந்து வந்ததாகும் (9 முதல் 12ஆம் நூற்ருண்டு வரையில் இப்பகுதிக்கு பியர்மீயா என்றுதான் பெயர்). அட்சரேகை யூரல் தொடருக்கு பியர்மீயா எனும்பெயரை அளித்து, பியர்மீயத் தொடர் என்று பெயர் சூட்டலாம். இதனை மூல பியர்மீயப் பகுதி (கீரோவ் நகரிலிருந்து சுசொவோய் என்னும் ஊருக்குச் செல்லும் மேற்கு-யூரல்), மத்தியப் பகுதி (மூல யூரலில் இருப்பது), கிழக்குப் பிரிவு என்று மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். மத்தியப் பகுதிக்கு தாகீலியத்தொடர் என்றும்,

கிழக்குப் பிரிவுக்கு மன்சீய்ஸ்க் பாதாள மேட்டுவெளி என்றும் பெயரிடலாம்.

பாதாளம் என்று சொல்லிவிட்டு அதனுடன் மேட்டுவெளி என்னும் சொல்லையும் இணைத்திடுவது விநோதமான இணைப் பாகத் தோன்றும். ஆனால் இந்த மேட்டுநிலம் முன்னொரு காலத்தில் மேற்பரப்பில் இருந்ததாகும். நமது பூமியின் நீண்டநெடிய வரலாற்றின் மிகப் பல நிகழ்ச்சிப் போக்கு களின் விளைவாய் பிற்பாடு இது புதையுண்டுவிட்டது.

இவை யாவும் மறுக்க முடியாதபடி நிலைநாட்டப்பட்ட வை என்பதாகக் கூறுவதற்கில்லைதான். இது போன்ற ஒரு மலைத்தொடர் என்றுமே இருந்ததில்லை என்று சில புவியிய லாளர்களும் புவிபௌதிகவியலாளர்களும் நினைக்கிறார்கள். அடர்த்தியான இந்தக் காந்தப் பாறைத் திரட்சிகள் பூமியின் உள்ளடுக்கிலிருந்து ஆழமான பிளவுகளின் வழியே மேலோட் டுக்குள் புகுந்து அங்கே உறைந்துவிட்ட மேக்மாவே ஆகுமென இவர்கள் கருதுகிறார்கள். பியர்மீயத் தொடரின் பாறைகள் உருவான விதம் எத்தகையதாயினும், இவற்றில் துறப்பணத் துளை இறக்குவதன் மூலம், இவ்விடத்திலுள்ள கனிமங்களைப் பற்றிய சுவையான விவரங்கள் பலவும் தெரிய வரும்.

பத்து அல்லது பதினைந்து ஆண்டுகள் ஓடி மறைவ தாகவும், யூரல் மீயாழத் துறப்பணத் துளை போட்டு முடிக் கப்பட்டுவிட்டதாகவும் நினைத்துக் கொள்வோம்.

பல கேள்விகளுக்குப் பதில் கிடைத்துவிட்டது. இக் கேள்விகளில் சில, பூமியின் உள்ளடுக்கிலிருந்து இங்கு பிதுங்கி வந்த பாறைகள், அல்லது வேறொரு கருதுகோளின்படி புராதன வண்டற்படிவுப் பாறைகளிலிருந்து இங்கு தோன் றியவை சம்பந்தமானவை ஆகும். பல காலமாய் நிலவி

வரும் கருத்தோட்டங்களின்படி யூரலின் கருங்கல் பாறைகள் யாவும் பூமி உள்ளடுக்கு மண்டலத்திலிருந்து வந்த பிரம் மாண்ட கூம்பு வடிவ பிதுக்கங்களான பேத்தோலேட்டுகள் எனப்படும் பாறைகள் ஆகும். இங்கு பூமியின் மேலோடு முழுக்க முழுக்க உருக்கப்பட்டுவிட்டதாகக் கருதப்பட்டது. ஆனல் இது மேக்மாவாதிகளுடைய கருத்தாகும். நவீன நெப்ட்யூன்வாதிகளான உருமாற்றவாதிகள் பூமி மேலோடு அதிக அளவில் உருகிவிடவில்லை என்றும், யூரல் கருங்கல் பாறைகள் யாவும் ஹார்ப்போலித்துகள் எனப்படும் தகடு போன்ற படிவுகளாக அமைந்திருக்கின்றன என்றும், இங்கே யே இதே அடுக்கில் இருந்த பாறைகள் உருகிச் சேர்ந்ததால் தோன்றியவை என்றும் கூறுகிருர்கள். அல்லது இவை உரு கிச் சேராமலே, ஒரு பகுதி பாறைகள் மலை ஆக்க நிகழ்ச்சிப் போக்குகளின்போது வெப்பநிலையும் அழுத்தமும் ஓரளவு அதிகரித்ததால் கருங்கற்களாயிருக்கலாம் என்கிருர்கள். களிம மணல் இந்நிலைமைகளில் கருங்கல் பாறைகளாகி விட்டது என்று கூறுகிருர்கள். கருங்கல் பாறைகளுள்ள மண்டலங்களை ஆராயும் புவிபௌதிகவியலாளர்கள் இந்த ஹார்ப்போலித்துகள் இருக்கும் ஆழத்தையும் அவற்றின் பருமனையும் கணக்கிட்டுக் குறிப்பிடவும் செய்கிருர்கள்.

புவிபௌதிகவியலாளர் குஸ்னெத்சோவ் [A. A. Kuznetsov], விஞ்ஞானத்தில் (புவியியல், கனிமவியல்) காண்டிடேட் பட்டம் பெற்றவர், தெற்கு யூரலிலும் மத்திய யூரலிலும் கருங்கல் ஹார்ப்போலித்துகள் ஒன்றரை அல்லது இரண்டு கிலோமீட்டர் பருமனுக்கு மேலில்லை என்றும், இவற் றுக்கு அடியில் திரும்பவும் வண்டற்படிவுப் பாறைகளே உள்ளன என்றும் கணக்கிட்டார். பூமியில் எங்கும் முதலில் வண்டற்படிவுப் பாறைகளும் அவற்றுக்கு அடியில்

கருங்கல் அடுக்கும் பிற்பாடு தீக்கல் அடுக்கும் இருக்க வேண்டுமென்ற பரவலான கருத்தை இந்தக் கணக்கீடுகள் மறுக்கின்றன. இங்கு முற்றிலும் வேறுவிதமாய் உள்ளது: முதலில் வண்டற்படிவு அடுக்கு, பிறகு கருங்கல் அடுக்கு, அதன்பின் திரும்பவும் வண்டற்படிவு அடுக்கு! ஆகவே பூமி மேலோட்டின் கட்டமைப்புப் பற்றிய பொதுக் கருத்தில் ஆங்காங்கே கணிச அளவு திருத்தங்கள் செய்து கொள்வது அவசியமாகிறது. இது உண்மையாயின், மற்ெறாரு விபரீத நிகழ்ச்சியையும் நாம் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்: அதாவது, நமது துறப்பணத் துளைகள் மேலும் மேலும் அதிக ஆழத்துக்குச் செல்லச் செல்ல, மேலும் மேலும் குறைவான அளவு மாற்றத்துக்குள்ளாகிய (உருமாற்றமடைந்த) பாறைகளே எதிர்படுகின்றன. கருங்கல் ஹர்ப் போலித்துகளுக்கு அடியில் மாற்றமுறாத வண்டற்படிவுப் பாறைகள் அவற்றுக்குரிய எல்லாக் கனிமங்களுடனும் அப்படியே இருக்கக் கூடும் என்பதே இதன் பொருள். மிகப் பெரும்பாலான வண்டற்படிவுப் பாறைகளில் கனிம எண்ணெயும் கனிம நிலக்கரியும் இருக்கின்றன. ஆகவே, யூரலின் தொழில்களுக்கு அளித்திடுவதற்காக வோல்காவை ஒட்டினாற் போலும், டிரான்ஸ் யூரலில் மேற்கு சைபீரியத் தாழ்நிலங்களிலும் நாம் எண்ணெய் வளங்களைத் தேடிக் கொண்டிருக்கையில், யூரலிலேயே இது இருக்கலாம் என்றல்லவா ஆகிறது! நீழ்னிய் தாகீல், ஸ்வெர்திலோவ்ஸ்க், மக்னித்தொகோர்ஸ்க், ஓர்ஸ்க், மற்றும் பல பெரிய தொழில் மையங்களில் தரைக்கடியில் பெரிய அளவில் கனிம எண்ணெய் இருப்பது சாத்தியமே. நாம் இவற்றைக் கண்டு பிடித்துவிட்டால், யூரலின் தொழில்களுக்கு மிகுதியாகத் தேவைப்படும் கனிம நிலக்கரியையும் எண்ணெயையும்

யூரலிலேயே இருக்கும் படிவங்களிலிருந்தே உற்பத்தி செய்து அளித்திட முடியும்.

கரகண்டாவிலிருந்தும் குஸ்னெத்ஸ்க் நிலக்கரிப் பிரதேசத்திலிருந்தும் யூரலுக்கு நிலக்கரி கொண்டுவரப்படுகிறது. வடக்கு சோஸ்வின்ஸ்கிய் படிவத்திலிருந்தும் துருவ யூரலின் மேற்குச் சரிவிலுள்ள வர்க்குத்தாவிலிருந்தும் நிலக்கரியைக் கொண்டுவந்து யூரலின் தொழில்களுக்கு அளிப்பதற்காக யூரலின் கிழக்குச் சரிவுகள் வழியே வடதிசை நோக்கிச் செல்லும் ஒரு ரயில்பாதை இப்பொழுது போடப்பட்டு வருகிறது. இது நெடுந்தொலைவுள்ள மார்க்கமாகும், செலவு அதிகமாகிவிடும். யூரலிலேயே நிலக்கரி கிடைக்குமானால் எவ்வளவு வசதியாக இருக்கும்?

மீயாழத் துறப்பணத் துளை இடுவதன் விளைவாய் ஆழ் மட்டங்களில் எண்ணெய்ப் பொருள்களுக்குரிய தடங்கள் கண்டுபிடிக்கப்படுமாயின், யூரலிலுள்ள கனிம எரிபொருள் வளங்கள்பற்றிய நமது கருத்துக்களில் ஒரு பெரும் புரட்சியே ஏற்பட்டுவிடும். தொழில் துறை பிரச்சினைகளான இவை யாவற்றுக்கும் தீர்வு காண ஒரேவொரு துறப்பணத் துளை போதாதுதான். ஆனால் விஞ்ஞானத்திற்கும் நடைமுறைக்கும் இது முக்கிய பணிகளை வரையறுத்துக் கொடுக்கும். மீயாழத் துறப்பண வேலைகளுக்கு ஆகும் செலவுகள் யாவும் நியாயமானவையே என்பதை நிரூபிக்க இதுவே போதும்!

இன்னொரு முக்கியப் பிரச்சினையையும் குறிப்பிட வேண்டும். தாகிலுக்கு அருகாமையில் துளை இடப்படுமானால், அது கருங்கல் அடுக்குக்கும் தீக்கல் அடுக்குக்கும் இடையில் கான்ரட் இடையீட்டைக் கடக்கும். ஏனெனில் இங்கு கான்ரட் இடையீடு மேற்பரப்பை நெருங்கி வந்துவிடுகிறது.

கான்ரட் இடையீட்டுக்கு அடியில் தீக்கல் பாறைகள்

மட்டுமே எதிர்படுமென நினைப்பது தவறு. பியர்மீயப் பாறைத்தொடர் பற்றிய கருத்து பிழையற்றதாகுமாயின், புவியியல் இயல்புகளில் தீக்கல் அடுக்கை ஒத்துள்ள அடுக்குகள் எப்படி உருவாகின்றன என்பதை புவியியலாளர்களும் புவிபௌதிகவியலாளர்களும் இங்கே தெரிந்து கொள்வார்கள். இந்த அடுக்குகள் மீண்டும் மீண்டும் மடிப்புக்கு உள்ளாகிப் பெரிதும் இறுக்கப்பட்டுவிட்ட சாதாரண வண்டற்படிவுப் பாறைகளாகவே இருக்கக் கூடும்; அவ்வாறு இருக்க வேண்டுமென்றுகூட சொல்லலாம். பியர்மீயத் தொடரைச் சேர்ந்த பாறைகள் குறைந்தது இரு பிரதான மடிப்புக் கட்டங்களைக் கடந்தவை என்று கொள்ளலாம். இதன் விளைவாய் அவை மிகவும் அடர்த்தியடைந்து, தீக்கல் பாறைகளை (அடர்த்தியில் மட்டுமாவது) ஒத்தனவாயின எனலாம்.

இதற்குப் பதில் இந்த ஆழ்மட்டங்களில் முன்பு ஒரு காலத்தில் உருகிய நெருப்புத் திரவமாயிருந்த பொருளிலிருந்து உறைந்து கெட்டியான பாறைகளை மட்டுமே காண நேர்ந்தால் என்னுவது? மேக்மாவாதிகளின் கூற்று சரியே என்பதாக நிருபணமாகி விட்டால் என்னுவது? அப்பொழுதுங்கூட விதிகளுக்குட்பட்ட குறிப்பிட்டதொரு சுழற்கோவை வெளிப்படத்தான் வேண்டும். பியர்மீயத் தொடரின் இப்பகுதியில் இரும்பு, செம்புத் தாதுகளும் மற்றும் மிகப் பலவகையான அரியத் தனிமங்களும் வினியோகமாயிருப்பது பற்றிய விதிகளைத் தெளிவுபடுத்தக்கூடிய அறிகுறிகளை நாம் காண நேரலாம்.

யூரல் துறப்பணத் துளையை இங்கு எவ்விடத்தில் இடுவது என்பது குறித்த விவாதம் இன்னும் முடிவடைந்தாகவில்லை. விஞ்ஞானிகள் பல புள்ளிகளைக் குறிப்பிட்டிருக்கிறார்கள்.

ஒவ்வொரு விஞ்ஞானியும் அவருடைய ''சொந்த'' கருது கோளைப் பரீட்சித்துப் பார்த்துவிட விரும்புகிறார். ஆனால் ஒன்று மட்டும் தெளிவு: அதிகபட்ச ஆதாயம் கிடைக்கும் படியான இடத்தில் இந்தத் துளை இடப்பட வேண்டும். அது எவ்வளவுக்கு எவ்வளவு கூடுதலான கேள்விகளுக்குப் பதில் அளிக்கிறதோ அவ்வளவுக்கு அவ்வளவு நல்லது. ஆனால் எப்படியும் ஒரேவொரு துளையைக் கொண்டு எல்லாப் பிரச்சினைகளுக்கும் தீர்வு கண்டுவிடுவது சாத்தியமல்ல.

கோலாத் தீபகற்பத்தின் கல் பேசுகிறது

இரண்டாவது கல் என் மாணவர்களில் ஒருவரால் யுத்த ஆண்டுகளின்போது எனக்குத் தரப்பட்டதாகும். அவருடைய பெயர் ஸனத்வோரோவ் [Zanadvorov]. அவர் ஒரு கவிஞர். துரதிஷ்டவசமாய் இதன்பின் சில காலத்துக் கெல்லாம் கொல்லப்பட்டுவிட்டார். கனிவள ஆராய்ச்சித் தொழில்நுட்பப் பள்ளியில் படித்து முடித்ததும், ஸனத்வோரோவ் நாட்டின் பல பகுதிகளுக்கும் சென்றிருந்தார். கோலாத் தீபகற்பத்துக்கும் போயிருந்தார். பிற்பாடு அவர் பேர்ம் அரசாங்கப் பல்கலைக்கழகத்தின் புவியியல் துறையில் சேர்ந்தார்.

ஒருநாள் ஸனத்வோரோவும் நானும் பேசிக் கொண்டிருந்தோம். கோலாத் தீபகற்பத்திலும் நாட்டின் பிற பகுதிகளிலும் தனது பயணங்கள் குறித்து அவர் எனக்குப் பலவும் கூறினார். அவருடைய கவிதைகள் சிலவற்றை எனக்குப் படித்துக் காட்டினார்.

போர்முனைக்குச் செல்லுமுன் ஸனத்வோரோவ் மூர் மான்ஸ்க் தூந்திர வெளியிலிருந்து ஒரு கருங்கல் துண்டைக் கொண்டுவந்திருந்தார். எவ்வகையிலும் அது விசேஷமான தாகத் தோன்றவில்லை. அதை என்னிடம் கொடுத்தார்.

வெளிர் சிவப்பு மேனியுடைய சிறு கல். சிறிதளவு பளிச் சிட்ட வெல்ஸ்பார் படிகங்களை இடையிடையே கொண்டது. கரிய அப்ரகமும் குவார்ட்ஸ் துண்டங்களும் அதில் சொற்ப அளவு கலந்திருந்தன. அது என் சேகரிப்பில் ஒன்ருய் என்னிடம் இருந்து வருகிறது. அவ்வப்பொழுது அது எனக்கு ஸனத்வோரோவை நினைவுபடுத்துகிறது. தான் பிறந்து வளர்ந்த நீண்டநெடுங் கதையையும் கூறுகிறது.

மண்ணும் விண்ணும் படைப்பிக்கப்பட்டதைக் கூறும் ஒரு விசித்திரக் கதை கரேலியக் காவியமான கலெவாலாவில் உள்ளது. உலகில் எதுவும் தோன்றுவதற்கு முன்னுல் ஒரு தாராய் பறந்து வந்தது என்றும் அது ஏழு முட்டைகள் இட்டதென்றும் இந்தக் கதை கூறுகிறது. இவற்றில் ஆறு, தங்க முட்டைகள்; ஏழாவது இரும்பு முட்டை. இம்முட்டை களை அது கடலில், நீருலகின் தேவியினது மடியில் இட்டுச் சென்றது. நீர் மடந்தை அவற்றை நீரிலே எறியவே அவை உடைந்துவிட்டன. ஆனுல் கடலின் வண்டலில் அம்முட்டை கள் அழிந்துவிடவில்லை:

ஒரு முட்டையிலிருந்து, அதன் அடிப் பகுதியிலிருந்து
பூமாதேவி உதித்தெழுந்தாள்;
ஒரு முட்டையிலிருந்து, அதன் தலைப் பகுதியிலிருந்து
விண்ணுலகு மேலே உயர்ந்தது;
ஒரு மஞ்சள் கருவிலிருந்து, அதன் தலைப் பகுதியிலிருந்து
நெருப்புருவாய் எழுந்தான் செங்கதிரோன்;
ஒரு வெள்ளைக் கருவிலிருந்து, அதன் தலைப் பகுதியிலிருந்து
தண்ணெளி வீசி வெளிவந்தான் சந்திரன்;

ஒரு முட்டையிலிருந்து,அதன் புள்ளிப் பகுதியிலிருந்து
விண்மீன்கள் சிதறுண்டு விண்ணிலே பதிந்தன;
ஒரு முட்டையிலிருந்து, அதன் கரும் பகுதியிலிருந்து
புயல் மேகங்கள் மூண்டெழுந்தன.

ஆனல் கருங்கல் தனது பிறப்பு பற்றிக் கூறும் கதை வேறு விதமாயுள்ளது.

மேக்மாவாதிகள் அதன் கதையைப் பின்வருமாறு மொழிபெயர்த்திடுகிருர்கள். கோலாத்தீபகற்பத்தின் கருங்கல் லும் மற்றும் பல பாறைகளும் பூமி மேலோட்டுக்கு அடியிலிருந்து பிளந்து கொண்டு பீறிட்டு மேலே வந்த மேக்மா எனப்படும் நெருப்புத் திரவத்திலிருந்து உருவானவை. பல பிளவுகளும் இருந்தன. இவற்றின் வழியே மேலோட்டினுள் மேக்மா பீறிட்டுப் பாய்ந்தது அல்லது பிதுங்கிற்று. இவை பல்வேறு காலங்களில் நிகழ்ந்தன. உதாரணமாய், லாவோஸெரோ தூந்திர வெளியின் பாறைகளே ஆராய்ந்த பேரவை விஞ்ஞானி பெர்ஸ்மன், இவை தற்போது உம்பா, லாவோஸெரோ ஏரிகளின் நீரால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும் பிளவுகள் வழியாக இங்கு வந்தவை என்கிருர்.

பல காலம் வரை பெர்ஸ்மனின் கருத்து மறுக்க முடியாததாகக் கருதப்பட்டு வந்தது. ஹிபீன் மலேகளில் ஆராயப்பட்டுள்ள பாறைகளில் பொருளாதார முக்கியத்துவமுள்ள பல்வேறு கனிமங்களும் உள்ளன. இவற்றில் தலேமையானது அப்பட்டைட் என்னும் கனிமம். இந்தக் கனிமத்திலிருந்து சூப்பர்பாஸ்பேட் தயாரிக்கப்பட்டு உரமாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. அப்பட்டைட்டுடன்கூட பயனுள்ள வேறு பல கனிமங்களும் இங்கு கிடைக்கின்றன.

உருமாற்றவாதிகளான நெப்ட்யூன்வாதிகள் வேருெரு சித்திரத்தைத் தீட்டுகிருர்கள். இங்கு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மிகப் பழமையான பாறைகள் 350 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு உருவானவை என்பதாக அவர்கள் கருதுகிருர்கள். இவை வண்டற்படிவுப் பாறை வகையைச் சேர்ந்தவையே என்பதைக் காட்டும் அறிகுறிகள் பலவும் உள்ளன. பிற்பாடு தான் அவை கருங்கற்களாயின. சோவியத் யூனியன் விஞ்ஞானப் பேரவையின் கோலாக் கிளையின் பொருட்காட்சிக் கூடத்தில் தகடு அடுக்குக் கருங்கல் தீப் பாறைகளும் குவார்ட்சைட்டுக் கற்களும் காட்சியிலுள்ளன. மேக்மாவிலிருந்து தோன்றியவையென ஒரு காலத்தில் கருதப்பட்டு வந்த கோலாத் தீபகற்பப் பாறைகள் பலவும் வண்டற்படிவிலிருந்து உருவானவை என்பதை ஐயப்பாட்டுக்கு இடமின்றி நிலைநாட்டும் அதிர்வலைக் குறிகளும் இதர அறிகுறிகளும் இக்கற்களில் காணப்படுகின்றன.

பெர்ஸ்மன் அப்பட்டைட் கனிமம் இருக்கக் கண்ட இளமையான பாறைகளிலுங்கூட சுமார் 25 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு லாவோஸெரோ தூந்திர வெளியில் இருந்த தாவரங்கள் அடங்கிய பகுதிகள் காணப்பட்டன. மேக்மா உலையின் விளிம்பு மண்டலங்களிலிருந்துதான் இந்தத் தாவரங்களும், அவற்றைத் தன்னகத்தே கொண்ட பாறைகளும் எடுக்கப்பட்டவை என்று மேக்மாவாதிகள் வாதாடுகிருர்கள். ஆனல் நெப்ட்யூன்வாதிகளான உருமாற்றவாதிகள் தாவர எச்சங்களைக் கொண்ட பாறைகள் மாற்றமடையாத மூலப் பாறைகளின் பகுதிகளே ஆகும் என்கிருர்கள்.

யார் சொல்வது சரி? ஒருவேளை கலெவாலா கூறுவது தான் உண்மையாய் இருக்குமோ:

பிறகு ஏரிகள் ஆடிக்குலுங்கின, வானுர உயர்ந்த
செம்பு மலைகள் அதிர்ந்தன,
பிரம்மாண்டப் பாறைகள் வெடித்துப் பிளந்தன,
உன்னத சிகரங்கள் தகர்ந்து விழுந்தன....

இங்கு பிளவுகள் மெய்யாகவே ஏற்பட்டு இப்பிளவு களிலிருந்து மேக்மா பீறிட்டிருக்குமா? அப்படியானுல், பிளவுகளுக்குரிய மண்டலத்தில் இடப்படும் துளை, பூமி மேலோட்டின் முழுப் பருமனுக்கும் ஒரே வகையான பாறைத் தொகுப்பே பிரதானமாய் இருப்பதைக் காட்டும்.

350 கோடி ஆண்டுகளுக்குப் பதிலாய், 500 அல்லது 600 கோடி ஆண்டுகள் நிரம்பிய மிகவும் புராதனமான மூலப் பாறைகள் பூமி உள்ளடுக்கு மண்டலத்தில் தென் படும் என்று சிலர் நினைக்கிறார்கள்.

ஆனுல் உருமாற்றுவாதிகள் சொல்வதே சரி எனில், அப்பட்டைட்டைக் கொண்ட பாறைகளுக்கு அடியில் சிறிதும் மாற்றமடையாத அடுக்குகள் இருந்தாக வேண்டும். லேனு ஆற்றின் கரையிலுள்ள மார்க்கொவோ கிராமத்தில் காணப்பட்ட அதே கேம்பிரிய வண்டற்படிவுகள் இப் பாறைகளுக்கு அடியில் ஒருவேளை இருக்கக்கூடும். அப்படி யிருந்தால் அப்பட்டைட்டைக் கொண்ட பாறைகளுக்கு அடியில் கனிம எண்ணெய் இருந்தாலும் இருக்கலாம்.

இது எதிர்பார்க்க முடியாததாகவே நீண்ட காலம் வரை கருதப்பட்டது.

ஆனுல் அப்பட்டைட்டுச் சுரங்கம் ஒன்றில் வேலைசெய்த ஒரு சுரங்கப் போர்மன் 1951 டிசம்பரில் ஒருநாள் தரைக் கடியிலிருந்து ஒரு விநோத வகை சீழ்க்கைச் சப்தம் வருவ தைக் கேட்டார். இரண்டு தொழிலாளர்கள் அவரிடம் வந் தனர். அவர்களில் ஒருவர் ''தரைக்கடியிலிருந்து வரும்

எரிவாயு இது'' என்ருர். ''எங்கே, எரிகிறதா பார்க்கலாம்'' என்று சொல்லி தீக்குச்சியைக் கிழித்துக் காட்டினுர். உடனே படாரென வெடித்து அதிர்ந்தது. போர்மனும் தொழிலாளர்களும் உயிர் தப்பியது பெரிய அதிஷ்டம்தான். கடுமையான தீப்புண்களுடன் வெளிவந்தனர்.

பிற்பாடு இந்த நிகழ்ச்சி மறக்கப்பட்டுவிட்டது. திரும்பவும் 1954ல் இதே நிகழ்ச்சி ஏற்பட்ட பிறகே சோவியத் யூனியன் விஞ்ஞானப் பேரவையின் கோலாக் கிளை இதில் அக்கறை கொள்ளலாயிற்று.

ஹிபீன் மேக்மாப் பாறைகளின் தொகுப்பில் மிகுதியான கனிம எண்ணெய் வாயுக்கள் மட்டுமின்றி, பரவலான திடநிலை, திரவநிலை பிட்டுமன்களும் சேர்ந்திருந்தன என்று இக்கிளையின் ஆராய்ச்சி ஊழியரான பெத்தர்சீலியே [I. A. Petersilye] 1963ஆம் ஆண்டுக்குள் நிலைநாட்டினுர். ஒரு பெரிய கனிம எண்ணெய் வயலில் இருக்கக் கூடியதற்கு ஒப்பான அளவில் இவை இங்கு இருக்கின்றன. ஒரேவொரு வித்தியாசம் என்னவெனில், வழக்கமான வண்டற்படிவு எண்ணெய் வயல்களில் எரிவாயுவும் எண்ணெயும் பாறையினுள் இருக்கும் துவாரங்களில் அடங்கியுள்ளன; ஆனுல் இங்கு அவை படிகங்களில் திரண்டுள்ளன. அலுமினியத்தைக் கொண்ட கனிமங்களில் எரிவாயுவும் கனிம எண்ணெயும் மிகவும் அதிக அளவில் இருக்கின்றன. ஒரு கிலோகிராம் பாறைக்கு 230 கன சென்டிமீட்டர் எரிவாயு வீதம் இக்கனிமங்களில் அடங்கியிருப்பதாய் எண்ணெய்த் துறை நிபுணர்கள் கணக்கிட்டிருக்கிருர்கள். ஒரு டன், லட்சம் டன், கோடி டன் பாறையிலிருந்து எவ்வளவு பெரிய அளவில் எரிவாயு பெற முடியும்?

கோலாக் கிளேயின் ஆய்வுக்கூடங்களில் இதே கனிம எண்ணெய் எரிவாயுக்கள் 1,200 டிகிரி சென்டிகிரேட் வெப்பநிலேகளில் செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்பட்டன. கனிம எண்ணெய் எரிவாயுக்களுக்கும் மேக்மாப் பாறைகளுக்கும் இடையிலுள்ள உறவை இது ஊர்ஜிதம் செய்வதாயுள்ளது.

திரும்பவும் இது வாக்குவாதத்தைக் கிளப்பிவிட்டது. மேக்மாக் கருதுகோளின் ஆதரவாளர்கள் வெற்றி பெற்றனர். மேக்மாப் பாறைகளுக்கு எடுத்துக்காட்டாய் அமைந்த பாறைகளில் இவ்வாருக இறுதியில் எரிவாயுவும் எண்ணெயும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுவிட்டன! கனிம எரிபொருள்களில் எப்பொழுதுமே பற்ருக்குறை நிலேயிலிருந்த கோலாத் தீபகற்பத்தின் பொருளாதாரத்தை இனி வெகுவாக மாற்றி விடலாம். துருவ மண்டலங்களில் ஆர்வங் கொண்டோர் இனி அவர்களது சொந்த கனிம எண்ணெயையும் எரிவாயுவையும் பெற்றுக் கொள்ளலாம். நாம் துறப்பணத் துளே வேலேகளேத் தொடங்க வேண்டியதுதான் பாக்கி!

கோலாத் தீபகற்பகத்தில் ஆழ, மீயாழத் துளேகள் இட்டாக வேண்டும். இவற்றில் ஒன்று ஹிபீன் மலேகளில் கீரோவ்ஸ்க் நகருக்கு அருகில் இருக்க வேண்டுமென்பதைக் கூறத் தேவையில்லே. எண்ணெயின் மூச்சே எரிவாயு என்கிருர்கள் கனிம எண்ணெய் நிபுணர்கள். எண்ணெய், எரிவாயு ஆகிய இரண்டுமே வடித்தெடுக்கக் கூடிய பாறைகள் கீரோவ்ஸ்க் அருகே பூமிக்கடியில் கிடைக்கலாமல்லவா?

ஆளுல் விவாதம் இன்னும் முடிவுற்ருகவில்லே. சந்தேகங்களே எழுப்புவோரும் இருக்கிருர்கள். எண்ணெய் வடிக்கக்கூடிய பாறைகளேக் கோலாத் தீபகற்பத்தில் காண்பது சாத்தியமல்ல என்று இவர்கள் பறைசாற்றுகின்றனர். நாட்

டின் வடமேற்குத் தொலேவிடங்களில் ஒன்ருன பெச்சென்கா செம்பு, நிக்கல் படிவப் பகுதியில் துளேயிடலாம் என்று இவர்கள் ஆலோசனே கூறுகிருர்கள். அங்கே நிக்கல் அடுக்கு பூமியின் மேற்பரப்பை ஒட்டிஞற்போல் வருகிற தென்றும், இந்த அடுக்குடன் சம்பந்தப்பட்ட பல தாதுப் படிவங்களும் இங்கு இருக்கலாமென்றும் இந்தப் புவியிய லாளர்கள் கூறுகிருர்கள்.

யார் சொல்வது சரி? எண்ணெய்த் துறையினரா? அல்லது தாதுத் துறையினரா? வெற்றி சூடப் போவது யாருடைய கண்ணேட்டம்? கோலாத் தீபகற்பத்தில் ஒன்றல்ல, பல துறப்பணத் துளேகள் இட வேண்டி வருமோ?

மூன்ருவது, நான்காவது கற்களின் கதை

மூன்ருவது கல்லும் நான்காவது கல்லும் என்னுடைய சேகரிப்பில் அடுத்தடுத்து அமர்ந்திருக்கின்றன. ஒன்று வெண்மையானது, மற்ருென்று கறுப்பு.

ஒளிபுகாத வெண்ணிறக் கல் காற்று புக முடியாதபடி பற்றவைத்து அடைக்கப்பட்ட குடுவையில் உள்ளது. ஏனெனில் காற்றிலுள்ள ஈரம் இதனேத் தாக்கிச் சேதப்படுத்துகிறது. யூரல், எம்பா ஆறுகளின் அடிப்பகுதிகளிலிருந்து, காஸ்பியன் தாழ்நிலங்களிலுள்ள கூர்யெவ் என்ற ஊருக்கு அருகாமையிலிருந்து கொண்டுவரப்பட்டு என்னிடம் தரப் பட்ட பாறை உப்பாகும் இது.

இந்தக் கறுப்புக் கல்லே நான் பாக்கூ எண்ணெய் வயல் களுக்குப் போயிருந்த போது அங்கே கண்டெடுத்தேன்.

சுராஹானியில் அக்னியை வழிபடுவோரின் கோயில் அருகிலுள்ள ஓரிடத்திலிருந்து வந்ததாகும் இது.

இவ்விரு கற்களும் கனிம எண்ணெயுடன் தொடர்பு கொண்டவை. பாறை உப்புக் கல் ஓர் எண்ணெய் படிவத்தின் அருகே எடுக்கப்பட்டது. இந்தக் கறுப்புக் கல்லையும்கூட எண்ணெய் வயல் பிராந்தியத்தில்தான் கண்டெடுத்தேன். சேற்றுடன் கலந்த எண்ணெய் கல்லாய் உறைந்து இறுகி இயற்கைத் தேய்வு பெறுகிறது; இக்கல்லுக்குக் கிர் என்று பெயர்.

இந்தப் பாறை உப்புக் கல்லையும் கிர் கல்லையும் நன்கு ஆராய்ந்தால், பழங்காலத்தின் கூறுகளை அவற்றில் காணலாம். இந்தக் கற்கள் எப்படி உருவாயின என்பதை அவை நமக்குத் தெரிவிக்கின்றன.

எல்த்தோன் ஏரி அல்லது பஸ்குன்ச்சாக் எரியைப் போன்ற தற்போது உப்பு ஏரிகளாயுள்ளவற்றின் நீர்ப் பரப்பில் காற்றில்லாத நாட்களில் பட்டைக்கூம்பு உருத் தோணிகள் சில நேரங்களில் மிதப்பதைக் காணலாம். இந்த விநோதத் தோணிகள் பாறை உப்பின் சன்னக் கன சதுரப் படிகங்களாலானவை. சிறு அலைகள் எழுந்தாலுங் கூட இந்தக் கூம்புத் தோணிகளின் குடைவுக்குள் நீர் புகுந்து அவற்றை நீருக்குள் மூழ்கச் செய்துவிடும். பாறை உப்பு அடுக்குகள் இந்தத் தோணிகளால் ஆனவையே. ஆழ்மட்டத்திலிருந்து முண்டிக் கொண்டு மேற்பரப்புக்கு வந்த உப்புத் தக்கையிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட என்னுடைய கல்லில் இந்தக் கூம்புகளுக்குரிய தனி அமைப்பினைத் தெளிவாகக் காணலாம். இந்த உப்பு வண்டற்படிவிலிருந்து தோன்றியதாகும் என்பதற்கு இந்த அமைப்பு சான்று பகர்கிறது.

இங்கு ஒன்றுதிரண்ட உப்பு அடுக்குகள் ஏழாயிரம் மீட்டருக்கு அதிகமான பருமனுள்ள வண்டற்படிவு அடுக்குகளால் ஆரம்பத்தில் மூடப்பட்டிருந்தன. அவற்றின் எடையால் அழுத்தப்பட்டு இந்த உப்பு மெள்ளப் பாய முற்பட்டது; குறைந்த அளவுத் தடைக் எதிர்ப்பட்ட மண்டலத்தினுள் அது அமுக்கிவிடப்பட்டது; அதாவது கீழ்நோக்கியோ பக்கவாட்டிலோ இல்லாமல் மேல்நோக்கி அமுக்கிவிடப் பட்டது. உப்பு இவ்வாறு பாயும்போது, அதன் பலவண்ண அடுக்குகள் தனி அழகு பெறுகின்றன. உதாரணமாய், உப்பு இவ்வாறு பாய்ந்து பரவும் முதற்கட்டத்தை சொலிக்காம்ஸ்க் சுரங்கங்களில் காணலாம். அப்படியே உறைந்துவிட்ட அலைகளைப் போன்ற நேர்த்தியான வளைவுகளுடையதாக இங்கு உப்பு அடுக்குகள் அமுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

இங்கு, காஸ்பியன் தாழ்நிலங்களில் உப்பு முண்டிக் கொண்டு மேற்பரப்புக்கு வருமுன், அது வண்ட,ற்படிவுப் பாறைகளான பிரம்மாண்ட அடுக்கைத் துளைத்தும் ஓரளவுக்கு மேலே உயர்த்தியும் செல்ல வேண்டியிருந்தது. இவ்வாறு முண்டிக்கொண்டு மேலே வந்துள்ள இந்த உப்புத் தூண்கள் அல்லது தக்கைகள் சில சமயம் ஒன்றரை அல்லது இரண்டு கிலோமீட்டரும் இன்னும் கூடுதலுமான விட்டமுடையவை. வடிவத்தில் இவை அதன் அகன்ற முனை மேல் நோக்கித் திருப்பிவிடப்பட்ட நீர்த்துளியை ஒத்துள்ளன.

உப்பால் உயர்த்திவிடப்பட்டு புறங்குவிந்துவிட்ட அடுக்குகளில் கனிம எண்ணெய் குவிந்திருக்கிறது.

இராக்கில் இன்னமும் தொடர்ந்து மேலே நகர்ந்து கொண்டிருக்கும் சில உப்புத் தக்கைகள் உள்ளன. விமானத்திலிருந்து பார்க்கையில் தரையிலே பனியாறுகள் தவழுவது

போன்ற காட்சி தெரிகிறது. உண்மையில் இவை தரையிலே பாயும் வெள்ளை உப்புத் திரட்சிகள்.

வெள்ளைக் கல்லுக்கும் கறுப்புக் கல்லுக்கும் பொதுவானது என்ன?

பூமியின் ஆழ்மட்டங்களிலிருந்து வரும் அவற்றின் பாதைகள்தான். திடப் பொருளாகிவிட்ட கனிம எண்ணெயான கறுப்புக் கல்லும் ஆழ்மட்டங்களிலிருந்து முண்டிக்கொண்டு மேலே வந்ததுதான் — உப்புக்குப் பதிலாய் சேற்றுடன் கலந்து மேலே வந்தது.

அப்ஷெரோன் தீபகற்பத்தின் பகுதியில் சேற்றைக் கக்கும் எரிமலைகள் பலவும் உள்ளன. அவற்றில் ஒன்றான லோக்-பத்தான் பாக்கூ நகரின் எல்லைக்குள் அதன் சுற்றுவட்டாரத்தில் இருக்கிறது.

சேற்று எரிமலைகளின் தொழிற் துறை முக்கியத்துவத்தை எல்லோருக்கும் முதலாய் நிரூபித்தவர் பேரவை விஞ்ஞானி குப்கின். அவற்றின் ஓரப் பகுதிகளிலுள்ள படிவங்களில் துறப்பணத் துளையிட்டுப் பார்க்கலாம் என்று அவர் ஆலோசனை கூறினார். லோக்-பத்தான் பிரதேசத்தில் இறக்கப்பட்ட முதலாவது துளையிலிருந்தே கனிம எண்ணெய் பீறிட்டுக் கிளம்பிற்று.

காஸ்பியன் கடலுக்கு அடியில் ஏராளமான சேற்று எரிமலைகள் மறைந்திருக்கின்றன. ஆழமற்ற பகுதியான குமானீ பாங்க்கில் 1950 டிசம்பர் 4ல் ஒரு சேற்று எரிமலை பெரிய அளவில் குமுறி எழுந்தது. அன்று இரவில் கடலுக்கு அடியிலிருந்து எரிவாயு பீறிட்டு வெளிவந்து தீ பிடித்துக் கொண்டது. இந்தத் தீ 100 மீட்டர் உயரத்துக்கு எரிந்தது. பாக்கூவிலிருந்து இதன் ஜுவாலையைப் பார்க்க முடிந்தது. கனிம எண்ணெயுடன்கூட இந்த எரிமலை சேற்றையும் கக்கத்

தொடங்கிற்று. ஒரு கிலோமீட்டர் நீளமும், 500 மீட்டருக்கு அதிகமான அகலமும், நீர்மட்டத்துக்கு மேல் 6 மீட்டர் வரையிலான உயரமுடைய ஒரு தீவு தோன்றிவிடும்படி அவ் வளவு பெரும் அளவில் சேறு கக்கப்பட்டது. ஆனல் இந்தத் தீவு அதிக காலத்துக்குக் கடலை அழகு செய்யவில்லை. முதலா வது புயலே அதனை அடியோடு அழியும் படிச் செய்து விட்டது.

இன்று எல்லாச் சேற்று எரிமலை மண்டலங்களிலும் துறப் பணத் துளையிடப்பட்டுவிட்டன. இங்கு கனிம எண்ணெய் மிகுதியாய்க் குவிந்திருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

வெள்ளையும் கறுப்பும் கண்ணுக்கு வெவ்வேருய்த் தோன் றினும் நெருங்கிய உறவு கொண்டவையே என்பது இவ்வாறு புலனுகிறது. ஆனல் சேறு குறுகிய கால்வாய் வழியே மேல் பரப்புக்குப் பீறிட்டுக் கிளம்புகிறது; உப்பைப்போல அகன்ற தூணுய் மேலே உயருவதில்லை. சுராஹானியில், சேற் றுடன்கூட எண்ணெய் எரிவாயுவும் மேற்பரப்புக்கு பீறிட்டு வந்தது. நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்பு இங்கு தீயை வழிபடு வோரின் கோயில் ஒன்று இருந்தது. ஓர்முஸ்தா பகவானின் குருமார்கள் இந்தக் கோயிலின் முகப்பு முகட்டுக்குக் குழாய் கள் அமைத்தனர். அவற்றின் வழியே எரிவாயு வந்தது. இந்த எரிவாயு அமர தீபத்தை அளித்து பக்தர்களைப் பரவசமடையச் செய்தது!

எரியும் இந்த வாயு ஊற்றுக்குக் கனிம எண்ணெயே காரணம் என்று பிற்பாடு நிலைநாட்டப்பட்டதும் தீயை வழிபடுவோர் தமது வழிபாட்டை வேருெரு இடத்தில் நடத்தும்படிக் கேட்டுக் கொள்ளப்பட்டனர். முதலாவது எண்ணெய்க் கிணறுகளில் ஒன்று இங்கு இறக்கப்பட்டது. சுராஹானி எண்ணெய் வயல் மிகப் பல ஆண்டுகளாக,

அக்டோபர்ப் புரட்சிக்கு முன்பிருந்தே இயங்கி வருகிறது. பல லட்சக் கணக்கான டன்கள் எண்ணெய் இங்கிருந்து எடுக்கப்பட்டுள்ளது. அக்காலத்தில் சுராஹானி வயல் உலகிலேயே மிகப் பெரியதாகக் கருதப்பட்டது.

எனவே தான், வெள்ளைக் கல்லும் கறுப்புக் கல்லும் கிடைத்த இடங்களில் மீயாழத் துறப்பணத் துளைகளிடத் திட்டமிடப்படுகிறது. மூன்று முதல் ஐந்து கிலோமீட்டர் வரையிலான ஆழத்தில் கனிம எண்ணெய் கிடைக்கும்போது, 15 முதல் 18 கிலோமீட்டர் வரையிலான ஆழத்திலும் அது கிடைக்கலாமல்லவா? எண்ணெய்த் துறப்பண வேலைகளில் வருங்காலப் போக்குகள் பற்றிய கேள்விக்கு இங்கு முடிவான பதில் கிடைத்தாலும் கிடைக்கலாம் அல்லவா? உயிர்ப் பொருள் ஆதாரத்திலிருந்து தோன்றும் எண்ணெய் இது நாள் வரையில் தொடப்படாமலே இருந்துவரும் உலகின் கனிம எண்ணெய் வளங்களில் மிகச் சிறிய பகுதியாகவே இருந்தாலும் இருக்கலாம்.

அடியாழத்தில் எண்ணெய் கிடைக்காமலே போனாலுங் கூட, புவியியலாளர்கள் கூறுவது போல ‘‘எதிர்மறையான பலனும் நேர்நிலையானதொரு பலன் ஆகுமே’’. இனி நாம் ஆழ்மட்டங்களில் துறப்பணத் துளை இட மாட்டோம், பெருந் தொகையான பணம் மிச்சமாகும் என்பதுதானே இதன் அர்த்தம்.

காக்கசஸ் அதன் எண்ணெய்க்கு மட்டுமின்றி, பெரிய அளவிலான பல்வேறு உலோகக் கனிம வளங்களுக்கும் பல காலம் பெயர் பெற்ற பகுதியாக இருந்துள்ளது.

ஒஸ்ஸெத்திய இளவரசனை ஒஸ்-பகத்தார் ஜார்ஜிய அரசிளங்குமரி தமாராவை மணம் புரிந்து கொள்ள விரும்பியது பற்றிய கதை ஒன்று உண்டு. அக்காலத்தியப்

பழக்கத்தின்படி மணப் பெண்களுக்கு விலை கொடுத்தாக வேண்டும். இப்பொழுது ஒஸ்ஸெத்திய இராணுவ சாலையாக இருக்கும் இடத்துக்கு அருகே வசித்த ஒஸ்-பகத்தார் ஒரு கழுதை சுமந்து செல்லக் கூடிய அளவுக்கு வெள்ளி தருவதாகக் கூறினான். அக்காலத்துக்கு இது உயர்ந்த விலையாகும். இப்பொழுது சதோன் ஈய-துத்தநாகப் படிவமாயுள்ள இடத்துக்கு அருகேதான் இந்த விலை உயர்ந்த உலோகத்தை வெட்டியெடுக்க வேண்டியிருந்தது. ஒஸ்-பகத்தார் உயிருடன் இருக்கும் வரை இங்கு வெள்ளி வெட்டியெடுக்கப்பட்டு வந்தது. அவன் இறந்தபின் சுரங்க வேலைகள் அனேகமாய் முழு அளவுக்குக் கைவிடப்பட்டுவிட்டது. மணப்பெண்கள் வாங்குவோர் இல்லாமற் போய்விட்டதாலல்ல. அதிக அளவு உலோகம் திரண்டிருந்த பகுதியிலிருந்து வெட்டக் கூடியது முழுவதும் வெட்டித் தீர்க்கப்பட்டுவிட்டது போலும். பிற பகுதிகளில் இன்னுங்கூட அதிக அளவில் அமைந்த புதிய திரட்சிகள் இல்லை என்பதல்ல இதன் பொருள். இந்தப் புதிய பகுதிகளில் ஒரு கழுதையல்ல, ஆயிரங் கழுதைகளாலுங் கூட சுமக்க முடியாத அளவில் வெள்ளி கிடைத்தாலும் கிடைக்கலாம்.

பொருளாதார உபயோகமுள்ள தாதுக்கள் மேக்மாப் பாறைகள் சம்பந்தமாய் ஒரு விதிக்கு ஏற்ப வினியோகமாயுள்ளனவா என்பதைப் புலப்படச் செய்வதற்கான மீயாழத் துறப்பணத் துளைகள், தீக்கல் அடுக்கு மேற்பரப்புக்கு அருகே வரும் இடங்களில் இடப்பட வேண்டும். இது போன்ற ஒரு துளை இடப்பட வேண்டிய இடம் ஒன்று நமக்குத் தெரியும். அராக்ஸ் ஆறு மிள்ஸ்காயா, முகான்ஸ்காயா ஸ்டெப்பி வெளிகளைப் பிரித்திடும் இடத்தில், அராக்ஸ் ஆறு கூராவில் கலக்கும் இடத்திலிருந்து சுமார் **100** அல்லது **150** கிலோ

மீட்டர் தொலேவில் கரதோன்லீ என்ருெரு சிறு கிராமம் இருக்கிறது. புவியியலாளர்கள் தீக்கல் அடுக்கென அழைக்கும் இது காக்கசஸிலேயே இவ்விடத்தில்தான் மேற்பரப்புக்கு மிகவும் அருகில் வருகிறது. உண்மையில் இது தீக்கல் அடுக்குதாஞ, அல்லது யூரலில் இருப்பதாக நாம் ஊகிக்கும் அடுக்கா என்பது இன்னும் நமக்குத் தெரியாது. கருதுகோள் களைத்தான் நாம் முன்வைக்கலாம். இங்கு இடப்படும் துளைக்குப் போதுமான அளவு நீர் கிடைக்கும். துறப்பண வேலைகளுக்கு நீர் எப்பொழுதும் அவசியமாகும். இந்த இடத்துக்கு மின்விசை அளித்திடுவதும் சுலபமே. ஆகவே கரதோன்லீ மீயாழத் துறப்பணத் துளைக்குரிய இடமாவதற்கு முழுத் தகுதியும் பெற்றிருக்கிறது.

சாத்தியக்கூறுகள் பலவும் உள்ளன. இங்கு கிடைக்கப் போவது கனிம எண்ணெயா, உலோகத் தாதுவா? வருங் காலம் இதனைத் தெளிவுபடுத்தும். ஆனால் இந்த வருங்காலம் மிகவும் நெருங்கி வந்துவிட்டது!

ஐந்தாவது கல் தரும் தகவல்

இந்தக் கல் இன்னும் என்னுடைய சேகரிப்பில் இடம் பெற்ருகவில்லை. ஆயினும் இது எப்படிப்பட்ட தோற்ற முடையதாய் இருக்கும் என்பதை நான் அறிவேன்.

அதன் தனி இயல்புகளாவன: நிறம் — சாம்பல் அல்லது கருஞ் சாம்பல் அல்லது கறுப்பு. தொட்டால் அது கரடு முரடாய் இருக்க வேண்டும். சக்தி வாய்ந்த பூதக் கண்ணுடிக்கு அடியில் வைத்துப் பார்த்தால், கரும் பச்சைக் கனிமமான ஆலிவீன் மிகச் சிறிய அளவில் அதில் கலந்திருப்பது தெரியும். நுண்பெருக்கியில் வைத்து பரிசீலித்தால் இப்பாறையை

அமைத்திடும் நுண் படிகங்கள் முற்றிலும் ஒழுங்கற்ற முறையில் இருப்பதைத் தெளிவாகக் காணலாம். பூமியின் தீக்கல் அடுக்கை உருவாக்கும் தீக்கல் இதுதான்.

இந்தப் பாறையைப் பெறுவது கடினமல்ல. எந்தப் பொருட்காட்சிக்கூடத்திலும், அல்லது எந்தப் புவியியல் நிலையத்திலும் இது இருக்கக் காணலாம். ஆனால் எனக்கு வேண்டியது எந்த விதமான தீக்கல்லுமல்ல, குரீல் தீவுகளில் இடப்படும் மீயாழத் துறப்பணத் துளையின் மூலம் மேலே எடுக்கப்பட்ட தீக்கல்தான் எனக்கு வேண்டும்.

இதுவரை பல தீக்கல் பாறை மாதிரிகளை நான் சேகரித்திருக்கிறேன். இவை நாட்டின் பல பகுதிகளிலிருந்தும் வந்தவை; யெனிசேய் ஆற்றின் வலது கரையிலிருந்தும், சோவியத் நாட்டின் ஐரோப்பியப் பகுதியின் பல முனைகளிலும் இடப்பட்ட துளைகளிலிருந்தும் யூரலிலிருந்தும் வந்தவை. ஒவ்வொன்றும் தனித் தன்மை வாய்ந்தது. ஒவ்வொன்றும் அதற்குரிய பண்பும் சிறப்பியல்பும் விதியுமுடையது.

யூரலின் பாறைகளில் சில மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கவை. தோற்றத்தில் இவை தீக்கல்லைப் பெரிதும் ஒத்திருக்கின்றன. ஆனால் உருப்பெருக்கியில் வைத்துப் பார்க்கையில் அவற்றின் தனி வகை அக இயல்புகள் வெளிப்படுகின்றன. நுண்ணிய உயிர் வகை எச்சங்களின் தடங்களை நன்கு பார்க்க முடிகிறது. 1,000 டிகிரிக்கும் கூடுதலான வெப்பநிலையில் உருகும் தீக்கல்லில் உயிர்களின் தடங்கள் தெரிகின்றன!

இந்த வெப்பநிலையில் பாறையில் உயிரின் வாசனையே அடியோடு அற்றுப் போய்விடும். பாறை திரும்பவும் உருக்கப்படும்போது அதன் இயல்புகள் முற்றிலும் மாறிவிடுகின்றன. ஆனால் இந்தப் பாறைகளில் உயிரின் தடங்களைத் தெளிவாகக் காண முடிகிறது. தொன்னெடுங்காலப் புவியியல்

ஊழிகளின் உயிர்களது நுண்ணிய எச்சங்களை ஆராயும் தொல்நுண்ணுயிர் ஆய்வாளர்கள் [micropaleontologists] இந்தப் பாறையில் இவை இருப்பதை நிரூபித்திருக்கிறார்கள்.

பாறை உருவாவது பற்றிய மேக்மாத் தத்துவம் இங்கு நமக்கு உதவவில்லை. எரிமலையினுள்ளிருந்து கக்கப்பட்ட உருகிய குழம்பிலிருந்து இந்தப் பாறைகள் உருவாகியிருக்க முடியாதென்பது தெளிவு. இங்கு நிகழ்ந்துள்ளது சிக்கலான புவியியல் நிகழ்ச்சிப்போக்கு. வண்டற்படிவுப் பாறைகள் முக்கியமாய்ப் படிகக் கட்டமைப்பில் திரும்பத் திரும்ப மாற்றமடைந்து தீக்கல் பாறையின் தோற்றம் பெற்றிருக்கின்றன. அதாவது இந்தப் பாறை எரிமலைப் பாறையை ஒத்த தோற்றமுடையதாகி, அதேபோதில் தனது பழைய வாழ்க்கையின் எச்சங்களையும் இழக்காதிருக்கும் அளவுக்கு அதன் ஆயுட்காலத்தில் பலவகையான மாற்றங்களுக்கும் உள்ளாகியிருக்கிறது.

இந்தப் பாறையின் வாழ்க்கை வரலாற்றை ஏறத்தாழப் பின்வருமாறு சித்தரிக்கலாம்: முதலில் இது கடலின் அடியில் படிந்து சாதாரணக் கடல் வண்டல்சகதியாய் இருந்தது; அப்பொழுது அதனுள் ஓடுகளையுடைய நுண்ணுயிர்கள் குவிந்து வந்தன. இவ்வகையைச் சேர்ந்த பெரும்பாலான உயிர்களின் ஓடுகளைப் போலவே இவ்வோடுகளும் சுண்ணும்பாலானதாக இருந்தன. பிறகு இச்சகதி கெட்டியான களிமண் பாறையாக அமுக்கப்பட்டுவிட்டது. இதற்கும் பிற்பாடு இதனுள் சுற்றியோடிய கரைசல்களின் செயலால் இப்பாறையில் நுண்ணிய படிகங்கள் உருவாகத் தலைப்பட்டன. இந்நிகழ்ச்சிப்போக்கு உயர் அழுத்தத்தில் ஏற்பட்டிருந்தாலும் ஏற்பட்டிருக்கலாம். பல கிலோமீட்டர் ஆழமுள்ள

கடல் நீரின் எடையால் அழுத்தப்பட்டிருக்கலாம். அல்லது இந்தப் பாறை பூமி மேலோட்டின் ஆழ்மட்டத்திலே புதையுண்டிருக்கலாம். உண்மை என்னவெனில், அழுத்தம், வெப்பநிலையில் ஓரளவு ஏற்பட்ட உயர்வு, பாறையினுள் ஊடுருவிய கரைசல்கள் ஆகிய இவை யாவற்றின் விளைவாய்த் தீக்கல் பாறையின் இயல்புக்கு உரித்தான நுண்ணிய படிகங்கள் இதனுள் தோன்றி சிறிதும் ஒழுங்கற்ற முறையில் அமையலாயின. இவ்வாருக இப்பாறை தீக்கல் பாறையை ஒத்த உருவுடையதாயிற்று.

யூரலின் கிழக்கத்தியச் சரிவுகளின் மண்டலங்களை ஆராய்கையில், எல்லாத் தீக்கல் பாறைகளையும் நிச்சயமாய் எரிமலைப் பாறைகளாகவே வகை நிர்ணயம் செய்துவிடும் அளவுக்கு நாம் தவருன பாதையில் சென்றதானது விநோதமானதாகவே தோன்றுகிறது. ஒப்புமை முறையின் வாயிலாக, நடப்பியல் முறையின் வாயிலாக வந்தடைந்த விவரங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு, கடந்த காலத்தில் இப் பிரதேசத்தில் எல்லா இடங்களிலும் எரிமலைச் செயற்பாடு நடைபெற்றிருக்க வேண்டுமெனக் கூறுகிறோம்.

ஆகவே இந்த முறை திரும்பவும் தவறிவிட்டது என்று கொள்வது? அப்படித்தான் தோன்றுகிறது. இது தவற முடியாதென்று பல சந்தப்பங்களிலும் நாம் திடமாக நம்பியிருந்தோம். ஆனல் விவரமான ஆராய்ச்சிகள், நமது வழக்கமான கருத்துக்களில் சில திருத்தங்கள் அவசியம் என்பதை வலியுறுத்துகின்றன. எனவேதான் குரீல் தீவுகளின் தீக்கல் பாறையையும் என்னுடைய சேகரிப்பில் நான் சேர்த்துக் கொள்ளப்போகும் தருணம் எப்பொழுது வருமென்று ஆவலுடன் காத்திருக்கிறேன். அதனை நிச்சயம் உருப்பெருக்கியில் வைத்துப் பரிசீலிப்பேன். பசிபிக் பெருங்கடலின் தீக்கல்

அடுக்கிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட பாறைத் துண்டைப் பரிசீலித்தால் சுவையாயிருக்கும். உள்ளமைப்பு இயல்புகளில் இந்தத் தீக்கல் பாறையும் — இறுதியில் இதனையும் என்னுடைய சேகரிப்பில் இடம் பெறச் செய்துவிடுவேன் — யூரலின் தீக்கல் பாறையை ஒத்ததாகவே இருந்துவிடலாம். சில சந்தர்ப்பங்களில் எரிமலைவாதிகளின் கூற்று சரியானதாய் இருக்கலாம்; இதர சந்தர்ப்பங்களில், சில பாறைகள் எரிமலைப் பாறைகளைப் போலத் தோன்றினும் எரிமலையல்லாத பிற வழிகளில் பிறந்தவையே என்று வாதாடும் நவீனநெப்ட்யூன் வாதிகளான உருமாற்றவாதிகளின் கருத்துக்கள் மெய்ப்பிக்கப்படலாம்.

தீக்கல் பாறைகள் குறித்து இருநூறு ஆண்டுகளாய் நடைபெறும் விவாதத்தின் முடிவு இத்தகையதாகவே இருக்குமெனத் தோன்றுகிறது. தீயின் வழியில் உருவான தீக்கல் பாறைகளுக்கும் பிற வழிகளில் உருவான தீக்கல் பாறைகளுக்குமிடையே இருக்கும் பொது இயல்புகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுவிடும்.

திரும்பவும் நாம் எதார்த்தவாத விஞ்ஞானக் கதைகளின் உலகினுள் புகுவோமாயின், குரீல் துறப்பணத் துளையிலிருந்து கிடைக்கக்கூடிய பலன்கள் யாவை? தீக்கல் அடுக்குக்கு அடியில் பூமியின் ஆழ்மட்டங்களில் கண்டுபிடிக்கப்படப் போவது எப்படிப்பட்டதாக இருக்கும்?

தீக்கல் பாறைகள் தரைக்கடியிலுள்ள உலைகளிலிருந்து வெளிப்பட்டவற்றிலிருந்தே தோன்றியவை என்பது உண்மையானால், நாம் இங்கு அடங்கியொடுங்கி வரும் அல்லது செயல்பட்டுவரும் எரிமலை உலைகளை எதிர்பட நேரலாம். அப்பொழுது எரிமலைவாதிகள் பூமி மேலோட்டுக்கு அடியிலும் இதே நெருப்புத் திரவம்தான் குவிந்திருக்கும் என்று

வெற்றி முழக்கமிட்டுப் பறைசாற்றுவார்கள்! ஆனால் அவர்கள் சொல்வது சரிதானா? சரியென நான் கருதவில்லை.

ஒரேவொரு துறப்பணத் துளையைக் கொண்டு — அது எவ்வளவுதான் ஆழமுடையதாய் இருப்பினும் — பூமியின் உட்புற மண்டலங்களுடைய புவியியல் அமைப்பு குறித்த மிகவும் சிக்கலான பல பிரச்சினைகளுக்கும் தீர்வுகண்டுவிட முடியாது.

குரீல் தீவுகளில் மீயாழத் துறப்பணத் துளை இடுவதின் மூலம் கிடைக்கும் விளைவு எதுவாயினும், பூமி மேலோட்டிற்கு அடியிலுள்ள வேறொரு பகுதியில் நாம் எதிர்படக்கூடியது எப்படிப்பட்டதாக இருக்குமென நம்மால் தீர்மானித்துவிட முடியப் போவதில்லை. ஆகவே, சோவியத் நாட்டில் வெவ்வேறான ஐந்து இடங்களில் ஐந்து துறப்பணத் துளைகள் இடுவதென்ற முடிவு தக்க காரணத்தின் அடிப்படையில் எடுக்கப்பட்ட முடிவாகும்.

"பாதாள அரசியின்" அவைக் குழுவினர்

"பாதாள அரசி" என்பது கனிம எண்ணெய்க்கு இடப்பட்டிருக்கும் பெயர். இதனை எடுப்பதற்கு இறக்கப்பட வேண்டிய கிணறுகள் மிகமிக ஆழமானவையாதலால் இதற்கு இந்தப் பெயர். இது போன்ற ஆழத்திலிருந்து எந்தக் கனிமப் பொருளும் தோண்டியெடுக்கப்படுவதில்லை. எண்ணெயைத் தேடிப் பிடித்து இந்த அடியாழங்களிலிருந்து மேலே கொண்டுவரும் பணியிலே ஈடுபட்டுள்ளோருக்கு அதிகார பூர்வமல்லாத முறையில் "பாதாள அரசியின் அவைக் குழுவினர்" என்பதாகப் புனைப்பெயர் இடப்பட்டிருக்கிறது. எண்ணெய்த் துறை ஊழியர்கள் பூமியின் ஆழ்மட்டங்களுக்கு

ஊடுருவுவதில் ஏனைய எல்லோரையும்விட மிகுந்த அனுபவ முடையவர்கள். அவர்களுக்குள்ள இந்த அனுபவம் மீயாழத் துறப்பணத் துளையிடும் பணிக்கு அளவிடற்கரிய மதிப் புடையதாகும்.

தற்பொழுது நாம் எட்டியிருக்கும் ஆழங்கள் திடுதிப் பென ஒரேயடியில் சாதிக்கப்பெற்றவை அல்ல. 1937ஆம் ஆண்டில் கூடிய 17ஆவது சர்வதேசக் காங்கிரசில், அமெ ரிக்காவின் ''கல்ஃப் புரொடக்ஷன்'' கம்பெனி மூவாயிரம் மீட்டர் ஆழத்துக்குக் கிணறு இறக்கியதானது ஒரு பெரும் சாதனையாகக் குறிப்பிடப்பட்டது எனக்கு நினைவிருக்கிறது. அதற்கு முன்பு கலிப்போர்னியாவில் ''ரோசன்கிராட்ஸ் பீல்டு'' இறக்கிய 2,227 மீட்டர் ஆழமுள்ள கிணறு தலைமைச் சாதனையாக இருந்து வந்தது. அதற்கும் முன்பு, இந் நூற்றுண்டின் தொடக்கத்தில் 350 முதல் 400 மீட்டர் வரையிலான கிணறுகளே மிகமிக ஆழமானவை. 1958ல் ''பிலிப்ஸ் பெட்ரோலியம்'' மேற்கு டெக்சாஸில் 7,724 மீட்டர் ஆழத்துக்கு ஒரு கிணறு இறக்கியது. இதுவரையில் இதுவே உச்ச சாதனை. இப்பொழுது தெற்கு லூசியானுவில் எட்டு கிலோமீட்டர் ஆழமுள்ள கிணறு இறக்க வேலைகள் நடைபெற்று வருகின்றன.

சாதனைகளை மீறுவதல்ல நமது நோக்கம். கனிம எண் ணெய் வளத்தைத் தேடிப் பிடிப்பதற்கும் உற்பத்தி செய் வதற்குமான ஆழ்கிணறுகள் யாவும் மேற்பரப்புக்கு அடியில் இரண்டு, மூன்று, நான்கு அல்லது ஐந்து ஆயிரம் மீட்டர் ஆழத்துக்கே திட்டமிடப்படுகின்றன. இந்தக் கிணறுக ளுடைய ஆழம் கனிம எண்ணெய் கிடைக்கும் மண்டலத் தைப் பொறுத்ததாகும். உதாரணமாய் பஷ்கீரியாவிலும், தாத்தாரியாவிலும் ஒன்றரை அல்லது இரண்டு ஆயிரம்

மீட்டருக்கும் ஆழமான கிணறுகளை இறக்க வேண்டியதே இல்லை. ஏனெனில் இங்கு வண்டற்படிவு அடுக்கு இந்த ஆழத்துக்கு மேல் செல்வதில்லை. மேற்கு யூரலில் சில பகுதி களில் இது மேலும் ஆழமான மட்டங்களிலும் காணப்படுவது உண்மையே. கிராஸ்னெக்காம்ஸ்க்கின் அருகில் ஒரு கிணறு 2,900 மீட்டர் ஆழத்துக்கு இறக்கப்பட்டது. இதுவே இங்கு வண்டற்படிவு அடுக்கின் அடிவரம்பு. ஆனால் இங்கு கனிம எண்ணெய் கிடைக்கவில்லை. குப்கினுடைய கருதுகோளின்படி இவ்வரம்புக்கும் ஆழமாய்த் துளையிட்டுச் செல்வதில் அர்த்த மில்லை.

ஆனால் காக்கசஸில் நிலைமை எப்படி? நிலப் பகுதியில் பாக்கூவுக்கு அருகில் மட்டுமின்றி, காஸ்பியன் கடலில் அப்ஷெரோன் தீபகற்பத்துக்கு அருகாமையிலும் ஐந்து கிலோமீட்டர் வரையிலான ஆழமுள்ள கிணறுகள் இறக்கப் படுகின்றன. ஏனெனில் இங்கு வண்டற்படிவு அடுக்கு இந்த ஆழங்களுக்கும் இவற்றுக்கும் கூடுதலாகவும் செல்கிறது. இங்கு எல்லா இடங்களிலும் இதில் எண்ணெய் இருக்கிறது. ஆகவே இப்பிராந்தியத்தில் ஆழமான கிணறுகள் இறக்கு வது உசிதமாயுள்ளது.

கிணறுகளுக்கான ஆழங்கள் மனம்போன போக்குபடி தேர்ந்தெடுக்கப்படுவதில்லை. கனிமவளத்தைக் கண்டுபிடிப் பதற்கும் ஆராய்வதற்கும் எண்ணெய் உற்பத்திக்குமான தொழில் துறைக் கிணறுகள் இறக்கும் வேலைகள் மேற் கொள்ளப்படுமுன், பெரிய அளவில் தயாரிப்பு வேலைகள் செய்யப்படுகின்றன. கட்டமைப்புத் துலக்குத் துளைகள் முதலில் துளைக்கப்படுகின்றன. மிகப் பல பூர்வாங்கப் புவியியல் ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்பட்டு அவற்றின் அடிப் படையில் இத்துளைகள் திட்டமிடப்படுகின்றன.

துறப்பணத் துளையிடுவதற்குப் பல சந்தர்ப்பங்களில் தொடர்ந்து பல ஆண்டுகள் ஆகிவிடக்கூடும். துளைத்துச் செல்லும் குழாய்களை எதிர்படுபவை யாவும் மேற்பரப்புக்கு எடுத்துவரப்படுகின்றன. இது மிகுந்த உழைப்பு தேவைப் படும் பணியாகும். குழாய்கள் இணைத்துத் திருகப்பட்டு நீண்ட துளைக் கம்பமாக பூமிக்குள் செலுத்தப்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட மீட்டர் ஆழத்துக்கு இவ்வாறு துளைத்துச் செல்லப்பட்டதும், உள்ளீட்டுப் பாறைத் துண்டுகளை — அதாவது துளைத்துச் செல்லும் குழாயினுள் புகும் பாறை களை—மேலே கொண்டுவரும் பொருட்டு, இந்தக் குழாய் இணைப்புத் தொகுதி பூராவும் மேலே உயர்த்தப்படு கிறது.

குறைவான ஆழத்துக்குத் துளையிடுகையில் இதனைச் சமாளித்துவிடலாம். ஆனல் ஆராய வேண்டிய ஆழம் பல ஆயிரம் மீட்டராய் இருக்கும்போது, ஒரு சில மீட்டர் நீள முள்ள உள்ளீட்டுப் பொருளை மேலே கொண்டுவருவதற்காகக் குழாய்த் தொகுதியை மேலே உயர்த்திக் குழாய்களைத் தனித்தனியே கழற்றி எடுத்துவிட்டுத் திரும்பவும் அவற்றை இணைத்துத் திருகி உள்ளே செலுத்துவதென்ற இந்தத் துறப்பண வேலை முறை மிகவும் கடினமானதே. இருந்தாலும் நல்ல பலன்கள் கிட்டுவதால் இதிலுள்ள சிரமங்கள் பொருட் படுத்தப்படுவதில்லை.

துறப்பணத் துளையிலிருந்து வெளியே எடுக்கப்படுபவை யாவும் மிகவும் நுட்பமாய்ப் பரிசீலிக்கப்படுகின்றன. எல்லா வகையான புவியியலாளர்களும் இந்தப் பாறையை ஆராய் கின்றனர். கட்டமைப்புத் துலக்குத் துளையிலிருந்து சற்றுத் தொலைவில் வருங்காலத்தில் புதிய துளைகளிடும் ஆராய்ச்சி யாளர்கள் இது போன்ற ஆழங்களில் எதிர்பட வேண்டி

யுள்ளவைக் குறித்து ஆலோசனைகள் கூறும் பொருட்டு அவர்கள் இந்தப் பாறையை நுணுக்கமாய் ஆராய்கின்றனர்.

ஆராய்ச்சி வேலைகள் இத்துடன் முடிவுற்றுவிடுவதில்லை. துளை இறக்கப்பட்டதும் புவிபௌதிகவியலாளர்கள் பாறைகளின் பல்வேறு பௌதிக இயல்புகள் குறித்து — அதாவது அவற்றின் காந்த இயல்புகள், மின்சார இயல்புகள், புவியீர்ப்பு, கதிரியக்க இயல்புகள் குறித்து — மேலும் விவரமான தகவல்கள் தெரிந்து கொள்வதற்காக யாவற்றையும் நன்கு ஆராய்கின்றனர். அடியாழங்களிலிருந்து மற்றொரு இடத்துக்கு வரக் கூடிய குறியறிவிப்புகளின் பொருளைப் புரிந்து கொள்ளும் பொருட்டு இப்பரிசீலனைகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

அமெரிக்காவில் இது போன்ற கட்டமைப்புத் துலக்குத் துளைகள் பல பெரும் பகுதிகள் வரிக்கோட்டுக் கட்ட முறையில் ஏறத்தாழ 25 கிலோமீட்டர் இடைவெளிக்கு ஒன்றாக இடப்பட்டன. சோவியத் யூனியனில் எண்ணெய் வளமுடைய வோல்கா-யூரல் மண்டலத்தின் பகுதிகளிலும், சோவியத் நாட்டின் ஐரோப்பியப் பிரிவின் வேறு பல பகுதிகளிலும் கட்டமைப்புத் துலக்குத் துளைகள் வலைப்பின்னல் அமைப்பில் அரசாங்கத்தால் இடப்பட்டுள்ளன. மேற்கு சைபீரியாவில் புதிய தொழில் துறை எண்ணெய் வளங் கொண்ட பிராந்தியங்களில் சில துளைகள் இடப்பட்டிருக்கின்றன. எனினும் பல பெரும் பரப்புகளில் கட்டமைப்புத் துலக்குத் துளைகளின் வலைப்பின்னல் அமைப்பு இன்னும் நிறுவப்பட்டாகவில்லை.

துறப்பணத் துளை ஊழியர்கள் பல அதிசயங்களையும் எதிர்நோக்கத் தயாராயிருக்க வேண்டும். இவர்களுடைய வேலைகளின்போது எதிர்படும் அன்றாடச் சம்பவமாகவே

கருதப்பட வேண்டிய நிகழ்ச்சி ஒன்று 1960ல் பத்திரிகைச் செய்திகளில் விவரிக்கப்பட்டிருந்தது. பாக்கூவுக்குத் தெற்கில், கடலில் தொழில் துறைத் துறப்பணத் துளை ஒன்று இடப்பட்டு வந்தது. குழாயிலிருந்து வழக்கம்போல் உள்ளீட்டுப் பொருளை வெளியே எடுப்பதற்காகத் துறப்பணத் தொழிலாளர் கசானெவும் அவரது துணைவரான பபாயே வும் தயார் செய்து கொண்டிருந்தனர். ஆறு மீட்டர் நீள முள்ள உள்ளீட்டுப் பாறைகளை அவர்கள் வெளியே எடுத்து ஒரு பெட்டியினுள் வைக்க வேண்டியிருந்தது.

திடீரென பலத்த உறுமல் சப்தம் கேட்டது. கடல் கொப்பளிக்கத் தொடங்கிவிட்டது. பிரம்மாண்ட நீர்ச் சுனை போல் நீர்ப்பரப்புக்கு மேலே சேறு கர்ஜித்துக் கொண்டு பத்தடுக்குக் கட்டிடத்தின் உயரத்துக்குப் பீறிட்டெழுந்தது. அவசர நிலைமை! அவர்களுடைய துறப்பணத் துளை சேற்று எரிமலையின் கழுத்தில் இறங்கிவிட்டது. சேற்றின் வெளி யேற்றத்தை உடனே நிறுத்தியாக வேண்டும், இல்லையேல் துறப்பணப் பொறி நாசமாகிவிடும். பிசுபிசுப்பான களிமண் சாந்துக் குழம்பு இத்துளையினுள் இறைக்கப்பட்டது. சேற் றின் வெளியீட்டை நிறுத்துவதற்காக இக்குழம்பு உள்ளே செலுத்தப்பட்டது. ஆரம்பத்தில் இதனால் பலன் ஒன்றும் கிடைக்கவில்லை. அடியாழங்களிலிருந்து கடுமையான வேகத் தில் பீறிட்ட சேற்றையும் வாயுவையும் நிறுத்துவதற்காகத் துறப்பண ஊழியர்கள் பல்வேறு முறைகளையும் கையாண்டு பார்த்தனர்.

முடிவில் சேற்று எரிமலை அடக்கப்பட்டுவிட்டது. ஆனால் சேற்றுடன் கூட வந்த வாயுக்கு வெளியே பாய இடுக்கு கிடைத்துவிட்டது. மேற்பரப்புக்கு வந்து இந்த வாயு மிகவும் வலுவாய்ப் பீச்சிக் கொண்டு வெளியேறிற்று. துறப்பணத்

துளையின் அடித்தளம் பூராவும் அதிர்ந்தாட ஆரம்பித்து விட்டது. ஆனால் இந்நிலைமைகளில் என்ன செய்வதென்று துறப்பண ஊழியர்களுக்குத் தெரியும். அவர்களுடைய அவசர நிலைமை வேலை ஏற்பாடுகள் முன்கூட்டியே தயாரா யிருந்தன. வாயு வெளியீடு நிறுத்தப்பட்டது. திடீரென சப்தம் நின்று அமைதி ஏற்பட்ட பிறகே துறப்பண ஊழி யர்கள் தாம் இரண்டு ஷிப்டுகளுக்குரிய வேலை நேரத்துக்கும் கூடுதலாய்ப் பாதாள சக்திகளுடன் ஓயாமல் போரிட்டோம் என்பதை உணரலாயினர்....

இது அன்றாடச் சம்பவமாகக் கருதப்பட வேண்டிய நிகழ்ச்சியே என்று திரும்பவும் குறிப்பிட விரும்புகிறேன். இது போன்ற அவசர நிலைமைகளைத் துறப்பண ஊழியர்கள் அடிக்கடி சமாளிக்க வேண்டி வருகிறது. சில நேரங்களில் இதனிலும் கடுமையான நிலைமைகளும் ஏற்படுகின்றன. ''பாதாள அரசி'' பொல்லாத கோபக்காரி. அவள் மனம் கோணுமல் இருக்கும் பொருட்டு அவளுடைய ''அவைக் குழுவினர்'' சாமர்த்தியமான பல உபாயங்களையும் கை யாளுகின்றனர்.

ஆனால் இவை யாவும் இன்றையத் துறப்பண வேலைமுறை களையும் நடைமுறைகளையும் பற்றிய விவரங்களே ஆகும். வருங்கால மீயாழத் துறப்பண வேலைகள் குறித்துக் கூறக் கூடியது என்ன? அப்பொழுதுங்கூட ஒரு சில மீட்டருக்கு ஒரு முறை எல்லாக் குழாய்களையும் மேலே எடுத்துப் பிரித்து, திரும்பவும் உள்ளே செலுத்த வேண்டித்தான் இருக்குமா?

இல்லை, வருங்காலத்தில் வேறொரு வகைத் துறப்பண வேலை முறை கையாளப்படும். ஆற்றல் மிக்கப் பொறி யியலாளர் கப்பெலியூஷ்னிக்கோவ் [M. A. Kapelyushnikov] இந்நூற்றாண்டின் இருபதாம் ஆண்டுகளிலேயே விசையாழித்

துறப்பணம் [turbodrill] என்பதாக ஒரு வகைத் துறப்பணத்தைக் கண்டுபிடித்தார். கிணற்றினுள் இறக்கப்பட்டுள்ள குழாய்த் தொகுதி சுழலுவதில்லே என்பதே இந்தப் புதிய கண்டுபிடிப்பின் சாராம்சக் கூறு. விசையாழியின் [turbine] துளேக் கருவியைக் கீழே செலுத்துவது மட்டுமே குழாய்த் தொகுதிக்குள்ள வேலே. சுழலுவது விசையாழி முனே மட்டுமே தான். இந்த விசையாழி துளேக்குள் செலுத்தப்படும் நீராலோ, களிமண் சாந்துக் கூழாலோ இயக்குவிக்கப்படுகிறது. இந்தக் கூழ் விசையாழியை இயக்குவிப்பதோடு, கிணற்றின் சுவர் சரிந்துவிடாதபடி அதைக் கெட்டியாக இணேத்து களிமண் காரை பூசி இறுகச் செய்கிறது.

கப்பெலியூஷ்னிக்கோவின் விசையாழித் துறப்பணம் இப்பொழுது வெகுவாகச் செம்மை செய்யப்பட்டு மேம்படுத்தப் பட்டிருக்கிறது. அதற்கு மின்விசைத் துறப்பணம் என்ருெர் இளவலும் தோன்றியுள்ளது. இந்த மின்விசைத் துறப்பணத்தில் துளேக் கருவி மின்விசையால் இயக்கப்படுகிறது. ஆனுல் விசையாழித் துறப்பணத்தினுடைய அதே கோட்பாட்டின் அடிப்படையில்தான் இதுவும் வேலே செய்கிறது; அதாவது, இதிலும் துளேக் கருவி மட்டும்தான் சுழலுகிறது.

உள்ளீட்டுப் பாறைத் தூணே மேல்மட்டத்துக்குக் கொண்டுவராமலே கிணறுகள் இறக்குவதற்கான ஒரு முறை நெடுங்காலத்துக்கு முன்பே, கப்பெலியூஷ்னிக்கோவுக்கும் முன்பே கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இம்முறையின்படி உள்ளீட்டுப் பாறை முழுவதும் கிணற்றின் அடிமட்டத்திலேயே தனி வகை உளிகளால் தூளாக்கப்பட்டு பிறகு நீரிலோ களிமண் கூழிலோ கலக்கப்பட்டு மேற்பரப்புக்கு அடித்து வரப்படுகிறது. இதனுல் துறப்பண வேலேகளே மிகவும் துரிதமாக்க

முடிகிறது. ஆயினும் மீயாழத் துறப்பண வேலைகளின்போது மேலே உயர்த்துவதும் திரும்பவும் கீழே செலுத்துவதுமான நடவடிக்கைகள் பற்றிய பிரச்சினைக்கு இன்னும் பூரண தீர்வு காணப்பட்டாகவில்லை. இனி குழாய்களுக்குப் பதிலாய்த் தனிவகைக் கயிறுகளால் விசையாழி அல்லது மின் விசைத் துறப்பணம் ஏற்றி இறக்கப்படலாம். இந்தக் கயிறுகள் உறுதி வாய்ந்தவையாகவும் அதேபோதில் எடை குறைவானவையாகவும் இருக்க வேண்டும். ஏனெனில் மீயாழத் துளைகளிடும்போது கயிறுகளின் எடையே வரம்பு மீறியதாகிவிடும். இன்று குழாய்களை எண்ணற்ற முறை ஏற்றி இறக்கிக் கொண்டிருப்பதற்குப் பதிலாய், குழாய்த் தொகுதிகளைத் தொடர்ந்தாற்போல இறக்கிச் சென்று மாதத்துக்கு நூற்றுக் கணக்கான மீட்டர் வீதத்தில் ஆழ் துளைகள் பலவும் துளைக்கப்பட்டுவிடுகின்றன.

துறப்பண ஊழியர்கள் ஆழ்ந்த கருத்து செலுத்தும் முக்கியப் பிரச்சினைகளில் ஒன்று துளைக் கருவிகள் பற்றியதாகும். சோவியத் நாட்டில் வைரங்கள் பற்றாக்குறையாக இருந்த காலத்தில், துறப்பணங்களின் துளைக் கருவிகளில் தனிவகை உருக்காலான வெட்டுமுனைகள் பொருத்தப்பட்டு வந்தன. பொபெதீத் போன்ற உறுதியான கலப்புலோகங்கள் உருவாக்கப்பட்டன. பழுதின்றி இவற்றால் ஒப்பளவில் நீண்ட காலம் சேவை புரிய முடிந்தது. எனினும் இவையும்கூட துறப்பண ஊழியர்களுக்குத் திருப்தியளிப்பதாயில்லை.

தேயாமல் பழுதின்றி வேலை செய்யக்கூடிய ''சிரஞ்சீவி'' யான சுத்திகளையும் உளிகளையும் வெட்டரிவாள்களையும் தயாரிக்க வேண்டுமென மனிதன் பல காலமாய்க் கனவு கண்டு வந்திருக்கிறான். இந்தக் கனவு பல கதைகளிலும் கற்பனைகளிலும் பிரதிபலிப்பதைக் காணலாம். எடுத்துக்

காட்டாக ஸ்காண்டினேவியக் காவியமான வோல்சுங்கா சாகாவைக் குறிப்பிடலாம்.

இந்தக் காவியம் கூறும் கதையின்படி தேவன் ஓடின் எதையும் எளிதில் வெட்டவும் நொறுக்கவும் கூடிய வாள் ஒன்றை ஒப்பற்ற வலிமையுடைய வீரனுக்குச் சன்மானமாக அளிப்பதென்று தீர்மானிக்கிறுன். மக்கள் முன்னே தோன்றி இந்த வாளை ஓர் ஒக் மரத்தில் ஆழப் பதியும்படிக் குத்தி, இதனைத் திரும்பவும் வெளியே இழுக்கும் வலிமை கொண்டவனுக்கு இது உரியதாகும் என்று அறிவிக்கிறுன். கவுட்லாண்டின் வேந்தனுன சிகேயிர் [Sieggeir] தன்னுல் அதனை வெளியே இழுத்துவிட முடியுமெனக் கூறி எவ்வளவோ முயற்சி செய்தும் முடியாமல் தோல்வியடைகிறுன். பிறகு வீரன் சிக்மண்ட் அந்த ஓக்கினிடம் சென்று எளிதில் வாளை வெளியே இழுத்துவிடுகிறுன். வேந்தன் சிகேயிர் அந்த வாளைத் தனக்கு விற்றுவிடும்படி சிக்மண்டைக் கேட்கிறுன். ஆனுல் சிக்மண்ட் வேந்தனைப் பார்த்துச் சிரித்துவிட்டு ''விலை கொடுக்காமலே நீ அதை எடுத்துக் கொண்டிருக்கலாமே! ஆனுல் வெளியே இழுத்தது நானேயாதலால், அது இருக்கப்போவதும் என்னிடமேதான்'' என்று கூறிவிட்டான்.

சிக்மண்டை எப்படியாவது பழி வாங்க வேண்டுமென்று சிகேயிர் காத்திருந்தான். தந்திரமாய் அவன் சிக்மண்டையும் அவனுடைய வளர்ப்பு மகன் சின்பியோட்லியையும் தனது அரசுக்குள் வரச் செய்து, எதிர்பாராத விதமாய்த் தாக்கி இருவரையும் கைது செய்துவிடுகிறுன். சிக்மண்டின் வாளை அவனிடமிருந்து பறித்துக் கொள்வதுடன், அவ்வீரனுக்குக் கொடிய முறையில் தண்டனை அளிக்கத் திட்டமிடுகிறுன். வேந்தன் ஒரு பெரிய குழியை வெட்டும்படிக் கட்டளையிடுகிறுன். அக்குழியில் ஒரு பருத்த பெரிய கருங்கல்லை வைத்து

அதனை இரு பாதிகளாகப் பிரிக்கச் செய்கிறான். ஒரு பாதியில் சிக்மண்டையும் மற்றொன்றில் சின்பியோட்லியையும் தள்ளு கிறான். ஆனால் சிக்மண்டின் தங்கைதான் சிகேயிரின் மனைவி. அவள் அந்த மந்திர வாளைத் தானியக் கதிர் கற்றையினுள் மறைத்து வைத்து கடைசி தருணத்தில் சின்பியோட்லியிடம் வெற்றிகரமாய்ச் சேர்ப்பித்துவிடுகிறாள். பிறகு குழிக்குள் மண்ணைத் தள்ளி மேலே பாறைகளை வைத்து அடுக்கு கிறார்கள். அவ்விடத்தில் ஒரு பெருங் குன்று அமைக்கப்பட்டு விடுகிறது. எல்லோரும் அவ்விடத்தை விட்டகன்றதும், சின்பியோட்லி அந்தக் கதிர்க் கற்றையைத் தொடுகிறான். வாளின் பிடி அவன் கையில் தட்டுப்படுகிறது. அதனை வெளியே எடுத்து எளிதில் கருங்கல்லினுள் குத்திக் கிழிக்கிறான். சிக்மண்டும் சின்பியோட்லியும் இப்பொழுது கருங்கல்லின் இடுக்கு வழியே ஒருவரையொருவர் பார்க்க முடிகிறது. பிறகு இருவரும் மண்ணையும் பாறைகளையும் வெட்டித் தமக்குப் பாதை அமைத்துக் கொண்டு மேலே வந்து விடுகின்றனர்.... கற்பனை வளமிக்கக் காவியக் கதை!

சிக்மண்டின் வாளையொத்த உறுதி கொண்ட வெட்டுக் கருவிகள் இன்றும் நம்மிடம் இல்லை. நமக்குத் தெரிந்த பொருள்களில் மிகவும் கெட்டியானது வைரம்தான். அண் மையில் அமெரிக்கர்கள் வைரத்தை வெட்டும் திண்மை கொண்ட போரன் நைட்ரைடு ஒன்ருலான போரசோன் என்றொரு பொருளை உருவாக்கினர் என்பது மெய்தான். ஆனால் இதுவும்கூட துறப்பண ஊழியர்களுக்குத் திருப்தி கரமானதாய் இல்லை. மீயுறுதியுடைய கலப்புலோகங்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்காக உலகெங்கும் விஞ்ஞானிகள் அரும் பாடுபட்டு வருகிறார்கள். ஆயினும் வைரத்தையும் போர சோனையும்விட உறுதியானது எதுவும் கிடைத்தாகவில்லை.

காரின் அழிவுக்கதிர் புதினத்தில் அ. தல்ஸ்தோய் சித்தரிப் பதையொத்த குவாண்டம் ஒளியாக்கிகள் [quantum light generators] தயாரிக்கப்பட்டு துறப்பண ஊழியர்களுக்குத் தரப்படக்கூடும். ஓர் ஆடியை [mirror] உபயோகித்து ஒளிக் கதிர்களைத் தன் பாதையிலுள்ள எதையும் அறுத்துச் செல்லத்தக்க மெல்லியக் கூர்முனையாகக் குவியச் செய் வதில் காரின் வெற்றி பெற்றார்.

விஞ்ஞானிகள் தல்ஸ்தோயின் இக்கருத்தை நடைமுறை யில் செயற்படச் செய்துள்ளனர். சாதாரண ஆடி இதற்குப் போதாதென்பது தெரிந்தது. ஆற்றல் மூலமும் அளவிடற்கரிய வாறு அதிக சக்தியுடையதாக இருக்க வேண்டியுள்ளது. குவாண்டம் இயந்திரவியலின் [quantum mechanics] அடிப் படையில் ஆற்றலாக்கி ஒன்று உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதைக் கொண்டு ஒளி வெள்ளத்தின் ஆற்றல் ஒரு கூர்முனை யாக ஒன்றுகுவிக்கப்படுகிறது. இந்தக் கூர்முனை தனது பாதையிலுள்ள எதையும் துளைத்துச் சென்றுவிடுகிறது. இது போன்ற ஒரு கதிர் விநாடியில் ஆயிரத்தில் ஒரு கூறில் உருக்கைத் துளைத்துச் சென்றுவிடும்; வைரத்தையும் வெட்டி விடும்; பாறையை 8,000 டிகிரிக்குச் சூடாக்கிவிடும். லாசர்கள் என்றும் மாசர்கள் என்றும் அழைக்கப்படும் இக்கருவிகள் தொடர்ந்து மேலும் மேலும் செம்மையாக்கப் பட்டு வருகின்றன. யாருக்குத் தெரியும், கூடிய சீக்கிரத் தில் இவை வெட்டுக்கருவிகளின் பிரதான உறுப்புகளாகி விட்டாலும் விடலாம். இதுவரை இது போன்ற துறப்பணப் பொறி கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை.

இதற்கிடையில் துறப்பண வேலைகளின் விஞ்ஞானம் தீர்வு காணப்பட வேண்டிய பிரச்சினைகளைத் தொடர்ந்து தோற்றுவித்த வண்ணமுள்ளது. அளவு கடந்த அழுத்தங்

களிலும் உயர் வெப்பநிலைகளிலும் துறப்பண வேலைகளைச் செய்ய வேண்டியிருக்குமென எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. ஆகவே அளவு கடந்த வலிவு பெற்று, அதேபோதில் அளவு மீறி இலேசாய் இருக்கக்கூடிய பொருள்களைக் கொண்டு துறப்பணச் சாதனங்கள் தயாரிக்கப்பட்டாக வேண்டும்.

இங்கு உலோகக் கட்டுமானங்களை உபயோகிப்பதைக் கைவிட்டு, அதற்குப் பதில் பிளாஸ்டிக் கட்டுமானங்களை உபயோகிக்க வேண்டுமென ஆராய்ச்சியாளர்கள் முடிவு செய்யக்கூடும். உலோகங்களுக்குப் பதிலான இந்தச் சேர்க்கை [synthetic] பொருள்கள் தொழில் துறையிலும் வீடுகளிலும் மேலும் மேலும் விரிவாக உபயோகத்துக்கு வந்து கொண்டிருக்கின்றன. மேலும் ஏறப்படக்கூடிய வளர்ச்சிகளை ஊகித்து முன்கூட்டியே சொல்வது கடினம். மேலும் மேலும் ஆழ்மட்டங்களுக்கு நாம் ஊடுருவியாக வேண்டும். இது மிகப் பல பிரச்சினைகளையும் நம்முன்னே எழுப்பிச் செல்கிறது. இந்த அடியாழங்களுக்கு இயக்கு சக்தியை எடுத்துச் செல்வது எப்படி? எது சிறந்ததாயிருக்கும் — விசையாழித் துறப்பணமா, அல்லது மின்விசைத் துறப்பணமா? இன்றைய மின்விசை வடங்களுங்கூட 15 கிலோ மீட்டர் ஆழம் வரைச் செலுத்தப்படும்போது அவற்றின் எடை அளவுமீறியதாகி, எடை தாங்காமல் அறுந்து போய்விடும்!...

அந்த ஆழத்துக்குள் இறைக்கப்பட வேண்டியிருக்கும் நீர் 400-500 டிகிரி வெப்பநிலையுள்ள நீராவியாகிவிடும். குளுமையாக்குவதற்கான ஏற்பாடு ஏதாவது அவசியமாகி விடுமோ? நீர் நீராகவே இருக்கக்கூடிய ஆழங்களிலுங்கூட அது இறைப்பானின் வால்வுகளை அரித்துவிடும். புதிய பொருள்கள் இப்பிரச்சினையைச் சமாளிக்க நமக்கு உதவியாக

இருக்கலாம்தான். ஆனால் நீருக்குப் பதிலாய் அழுத்தப்பட்ட காற்றை உபயோகித்தால் சுலபமாய் இருக்காதா?

இவை போன்ற கேள்விகளுக்கு அளவே இல்லை. மிகுந்த ஆழத்தை எட்டிப்பிடித்து பூமியின் உள்ளடுக்கினுள் துளையிடக்கூடிய புதிய துறப்பணத் தொகுதிக்குத் திட்டம் புனையுமுன் மேலும் மேலும் கூடுதலான அளவில் புதிய பொறியியல் பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வு காண வேண்டியிருக்கும்.

இந்த ஆழத்திலிருந்து பாறையை மேலே கொண்டுவருவது எப்படி? புதிய துறப்பண வேலை முறைகளை வகுத்துக் கொள்வது அவசியமாகிவிடும் எனத் தோன்றுகிறது. உள்ளீட்டுப் பாறையையோ, அதன் கரைசலையோ மேற்பரப்புக்குக் கொண்டுவராமலே, அளவீடுகளைப் பதிவு செய்து காட்டக்கூடிய சூட்சுமங்களை உருவாக்குவதில் மிகுந்த கவனம் செலுத்தவேண்டியிருக்கும். குறிப்பிட்ட ஆழங்களில், சரிபார்ப்பதற்காகச் சிறு அளவில் மாதிரிக் கூறுகள் மட்டுமே எடுக்கப்படும்படி ஏற்பாடு செய்யப்பட்டுவிடலாம். உதாரணமாய், முதல் ஐந்து கிலோமீட்டர் ஆழம்வரை பாறையைத் தூள் செய்து கூழாக்கி எடுக்கப்படும். அதன் பின் உள்ளீட்டுப் பாறையில் ஒரு துண்டு எடுக்கப்படும். பிறகு மூன்று அல்லது நான்கு கிலோமீட்டர்வரை பாறை மாதிரிக்கூறு எடுக்கப்படாமலே துளைத்துச் செல்லப்படும். உள்ளீட்டுப் பாறைகள் எடுக்கப்படாத பிரிவுகள் யாவும் புவிபௌதிகவியல் முறைகளைக் கொண்டு கவனமாய் ஆராயப்படும்.

இதைச் செய்வதற்கான கருவிகளும் புது முறையில் திட்டம் புனைந்து அமைக்கப்பட வேண்டியிருக்கும். மிகுதியான அழுத்தங்களையும் உயர் வெப்பநிலைகளையும் தாக்குப் பிடிக்கக்கூடிய கூடுகளில் அவை பொருத்தப்பட வேண்டி

யிருக்கும். வருங்காலத்துக்குரிய இந்தக் கருவிகளுக்கு இதற் குள்ளாகவே திட்டம் புனையப்பட்டு வருகின்றன. மீயாழத் துறப்பணத் துளை வேலைகள் மேற்கொள்ளப்படப் போகும் நாள் தொலைவில் இல்லை. 10 கிலோமீட்டர் ஆழத்துக்குத் துளைகளிட வல்ல துறப்பணப் பொறிகள் இப்பொழுதே தயாரிக்கப்பட்டு வருவதாகப் பத்திரிகைச் செய்திகள் கூறு கின்றன. இந்தத் துளைகளில் முதலாவது பரீட்சார்த்தத் துளையாக இருக்கும். இது காஸ்பியன் தாழ்நிலங்களில் இடப் படும். இங்கு நாம் விவாதித்தவற்றுள் மிகப் பலவும் கணக்கில் எடுக்கப்பட்டு மிக உயர்ந்த அளவுக்குச் செம்மை செய்யப்பட்ட இந்தத் துறப்பணத் தொகுதி தயாரிக்கப் பெற்று வருகிறது.

செயற்கை உள்ளடுக்கு

மாஸ்கோ பாதாள ரயில் பாதையான மெட்ரோவில் செல்லும் பயணிகளில் எழில்மிகு மெட்ரோ ரயில்நிலையங் களின் சுவர்களைக் கவனித்துப் பார்ப்போர் எத்தனை பேர்? முக்கியமாய் இந்நிலையங்களின் எழிலமைப்பையும் கூடங்க ளின் பொதுத் தோற்றத்தையும் எல்லோரும் கண்டு களிக் கிறார்கள். ஆனால் இங்குள்ள சுவர்களும் கருத்துடன் காணத் தக்கவையே.

எடுத்துக்காட்டாக, திஸெர்ழீன்ஸ்காயா நிலையத்தின் சுவர்களிலுள்ள சலவைக் கற்களைக் குறிப்பிடலாம். இக்கற் களின் தோற்றத்தைப் பலரும் கவனித்திருக்க மாட் டார்கள்.

இந்நிலையத்தின் சலவைக் கற்களை கவனமாய்ப் பார்த் தோமானால், பூமியின் வரலாற்றிலிருந்து சுவையான சில

பக்கங்களை இவற்றில் படிக்க முடியும். இந்தச் சலவைக் கற்கள் உருவான அக்காலத்தில் புராதனச் சகதியில் கலந்திருந்த உயிர் வகைப் பொருட்கள் இவற்றின் பல்வேறு அடுக்குகளினுள்ளும் நுண்ணடுக்குகளினுள்ளும் இழுக்கப் பட்டுவிட்டன. மிக நேர்த்தியாக வளைந்து நெளிந்து செல்லும் சாம்பற் நிற இணை கோடுகளாய் இன்று அவை இக்கற்களில் காட்சியளிக்கின்றன. வளைந்து நெளிந்து செல்லும் இக்கோடுகள் குறிப்பாக லெனின்கிராத் பாதாள ரயில்வேயின் பல்த்தீய்ஸ்காயா ரயில்நிலையத்தில் கண் கவருவனவாய் உள்ளன. இவை சலவைக் கல்லின் வாழ்வில் நிகழ்ந்த முக்கிய சம்பவங்களைக் கூறும் கல்வெட்டுகளாகும் என்பது பலருக்கும் தெரியாது. சதுர சென்டிமீட்டருக்கு நன்காயிரம் கிலோகிராம் வீதமுள்ள அழுத்தங்களுக்கு உட்படும்போது ஏற்படும் குழைவான உருச்சிதைவுகளுடன் [plastic deformation] சம்பந்தப்பட்டவையாகும் இந்த வளைவு நெளிவுகள்.

யூரலின் பைரட் தாதுவைக் கொண்டு நடத்தப்பட்டிருக்கும் சோதனைகள் மேலும் சுவையானவை. இந்தத் தாது வெட்டியெடுக்கப் படும் சுரங்கங்களில், முக்கியமாய்த் தெற்கு யூரலிலுள்ள கரபாஷ் படிவத்தில், இத்தாதுவின் தகடு போன்ற கூறுகள் விசித்திரமான வடிவமைப்புகளில் சுற்றிக் கொண்டுவிடுவதையும் வளைந்து நெளிந்துவிடுவதையும் பார்க்கிறோம்.

செம்புத் தாதுவையும் பாகுபோலத் தவழச் செய்ய முடியும் என்பது சோதனைகளின் வாயிலாகத் தெளிவாகியுள்ளது. ஆனல் இதற்குச் சதுர சென்டிமீட்டருக்கு 10 அல்லது 12 ஆயிரம் கிலோகிராம் வரையிலான அழுத்தங்கள் தேவைப்படுகின்றன. இவ்வாறு, இயற்கையில் நடந்தேறும் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளின் விளைவுகளை நமது ஆய்வுக்கூடச்

சோதனைகள் மூலம் கிடைக்கும் விவரங்களுடன் ஒப்பிடுவதன் மூலம், பூமியின் உள்ளடுக்கில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிப் போக்குகளைத் தெரிந்துகொண்டுவிடும் நிலையை நம்மால் நெருங்கி வர முடிகிறது.

நடைமுறையில் நாம் ஒரு செயற்கை உள்ளடுக்கை ஆய்வுக்கூடத்தில் உருவாக்கிக் கொண்டுவிடலாம். இதற்கு நாம் பூமி மேலோட்டுக்கு அடியில் இருக்க வேண்டிய நிலைமைகளை ஆய்வுக்கூடத்தில் தோற்றுவித்துக் கொண்டாக வேண்டும். இவற்றில் முதலாவது அழுத்தம். இது பிரம் மாண்டமானது. சுட்டுவிரலின் நகத்தில் மூன்று யானைகளை நிற்கச் செய்ய முடியுமானால் ஏற்படும் அழுத்தத்துக்கு ஈடானது! ஆனால் நவீன ஆய்வுக்கூடச் சாதனங்களைக் கொண்டு இது போன்ற அழுத்தங்களை நம்மால் உண்டாக்க முடிகிறது. அழுத்தத்தின் அளவைக் கணக்கிடுவது கடினமல்ல. ஆகவே தரைப் பரப்புக்கு அடியில் அல்லது கடல்,மட்டத்துக்கு அடியில் குறிப்பிட்ட எந்த ஓர் ஆழத்திலும் பாறைகளை இறுக்கும் அழுத்தம் எவ்வளவு என்று நம்மால் துல்லியமாகச் சொல்ல முடியும்.

பூமி உள்ளடுக்கின் வெப்பநிலை இவ்வாறின்றி மிகவும் கடினமான பிரச்சினையாகும். பூமியின் மையத்தை நோக்கிச் செல்லுகையில் வெப்பநிலையில் உண்டாகும் மாற்றத்தின் அளவு, அதன் தன்மை இவை குறித்து விஞ்ஞானிகளிடையே உடன்பாடு இருக்கவில்லை.

பாறைகளினுள் ஊடுருவும் நீர் நாம் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டிய மற்றொரு முக்கியக் கூறாகும். அழுத்தத்துக்கு உட்பட்டுள்ள நீரின் செயற்பாடு, பூமியின் மேற்பரப்பில் இருப்பதிலிருந்து மாறானதாகும். ஒவ்வொரு துவாரத்திலும் — அது எவ்வளவுதான் நுண்மையாயிருப்பினும்,

உருப்பெருக்கியின் மூலமே காணக்கூடிய அளவுக்கு நுட்பமாயிருப்பினும் — ஈரம் ஊடுருவிவிடுகிறது. இந்த நிலைமைகளில் பாறையும்கூட வேறு வகை இயல்புகளைப் பெறுகிறது. பூமி மேலோட்டின் நீர்ப் பகுதிகளுக்கும் நிலப் பகுதிகளுக்குமிடையே காணப்படும் பெரிய மாறுபாட்டுக்கு ஒருவேளை இதுவே காரணமாய் இருக்கவும் கூடும். பாறைகளின் துவாரங்களினுள் ஊடுருவிவிடும் நீரின் அழுத்தத்தினால் பாறைகளின் இயல்புகளில் ஏற்படும் மாறுதல்களின் விளைவாய், வண்டற்படிவுப் பாறைகளும் கருங்கற்களும் தீக்கல் பாறைகளுக்குரிய இயல்புகளை அனேகமாகப் பெற்றுவிடுகின்றன போலும். கடலுக்கு அடியில் தீக்கல் அடுக்கு கடல் அடிமட்டத்துக்கு மிகவும் அருகாமையில் வந்துவிட இதுவேதான் காரணமா? ஒருவேளை இது தீக்கல் அடுக்காய் இல்லாமல், அடையாளம் தெரியாதபடி உருமாறிவிட்ட வண்டற்படிவு அல்லது கருங்கல் அடுக்காகவே இருக்குமோ?

பாறைகளின் குழைவு [plasticity], நெகிழ்ச்சி [elasticity], உறுதி ஆகிய இவை யாவும் நாம் மேலே கண்டது போல அழுத்தம், வெப்பநிலை, பாறைகளின் நுண்துளையமைவு [porosity], கசிவியல்பு [permeability] முதலானவற்றின் விளைவுகளே ஆகும். மிகுதியான அழுத்தங்களிலும் உயர் வெப்பநிலைகளிலும் பாறைகளின் செயற்பாடு ஆராயப்படும் தனிவகை ஆய்வுக்கூடங்களில் பாறைகளுடைய இந்தக் குழைவையும் நெகிழ்ச்சியையும் உறுதியையும் நம்மால் பெற முடியும்.

சோவியத் யூனியன் விஞ்ஞானப் பேரவையின் மீவுயர் அழுத்தங்களின் பௌதிகவியல் ஆய்வுக்கூடத்தின் டைரக்டரான பேராசிரியர் வெரெஷ்ச்சாகின் [L. F. Vereshchagin] தமது உரை ஒன்றில் உயர்ந்த அழுத்தங்களுக்கு உட்படுத்தப்

படும்போது பல்வேறு பொருள்களும் அவற்றின் ஆதி இயல்புகளை மாற்றிக் கொண்டுவிடுவதைக் காண்கிறோம் என்றார். உதாரணமாய், வார்ப்பிரும்பு, கல்லுப்பு, சலவைக் கல் முதலானவை வளிமண்டலத்தைப் போல் 20 அல்லது 25 ஆயிரம் மடங்கு அழுத்தமுள்ள திரவத்தில் வைக்கப்பட்டதும், அவற்றில் வியத்தகு மாறுதல்கள் உண்டாயின. அவை குழைவுத் தன்மையுடையவை ஆகியதுடன், சில வகைகளில் மிகையுறுதியும் பெற்றன.

உள்ளடுக்கிலுள்ள நிலைமைகளில் பாறைகளுக்கு இருக்க வேண்டிய இயல்புகளை நாம் ஆய்வுக்கூடத்தில் அவற்றுக்கு உண்டாக்க முயலும்போது, நம் முன்னே பல இடர்ப்பாடுகள் எழுகின்றன. உள்ளடுக்கின் பாறைகள் யாவும், மிகவும் விவராமாய் ஆராயப்பட்டிருப்பவையும்கூட, நமக்கு எதுவும் தெரியாத ஓர் ஊடகத்தில் இருக்கின்றன. இந்த ஊடகத்தின் பாத்திரத்தைப் பொறுத்தவரை, கல்லுப்பைக் கொண்டு நடத்தப்பட்ட சோதனைகள் மூலமாய் நாம் அதனை ஊகித்தறிந்து கொள்ளலாம். ஒப்பளவில் குறைவான அழுத்தங்களிலேயே பாறை உப்பு தவழத் தொடங்குவது தெரிய வந்தது. சதுர சென்டிமீட்டருக்கு 40-80 கிலோகிராம் வீதமான அழுத்தத்துக்கு உட்படுத்தியதுமே, அதனை உருக்குத் தகட்டின் மெல்லிய கீறலுக்குள் அழுத்திவிட முடிகிறது. ஆனால் கல்லுப்பைச் சிறிதளவு — 200 அல்லது 300 டிகிரிக்கு—சூடாக்கிவிட்டால், முந்திய சோதனையில் வேண்டியிருந்ததில் பாதி அளவு அழுத்தத்திலேயே அதே கீறலுக்குள் அதை அழுத்திப் பதித்துவிட முடிகிறது.

உருக்குத் தகட்டிலுள்ள கீறலில் உருகிய ஜிப்சம் அல்லது உருகிய உப்பைப் பூசுவோமாயின், விளைவு இன்னும் வியக்கத்தக்கதாகி விடுகிறது. இப்பொழுது அந்தக் கீறலில்

கல்லுப்பை அழுத்திப் பதிப்பதற்குச் சதுர சென்டிமீட்டருக்கு இரண்டு அல்லது மூன்று கிலோகிராம் அழுத்தமே போது மானதாகி விடுகிறது. அதாவது இப்பெழுது வேண்டிய அழுத்தம் 10 முதல் 15 மடங்கு வரை மேலும் குறைந்து விடுகிறது.

ஆனல் சலவைக் கல், குவார்ட்சைட்டுக் கல் இவற்றின் செயற்பாடு பற்றிய புவியியல் விவரப் பதிவுகள் இந்த ஆய் வுக்கூடச் சோதனைகளின் முடிவுகளுக்கு முரண்பாடாயுள்ளன. இயற்கையில் குவார்ட்சைட்டுக் கல் சலவைக் கல்லைவிட கூடுதலான குழைவு உருச்சிதைவுகளுக்கு இலக்காகிறது. ஆனல் ஆய்வுக்கூடத்தில் சலவைக் கல்லில் குழைவு உருச் சிதைவை உண்டாக்கச் சிறிதளவு அழுத்தமே போதுமான தாயுள்ளது.

புதிரா இது? ஆம், இதுவரையில் ஒரு புதிராகவே இருந்து வருகிறது. இதைப் போல இன்னும் ஆயிரக் கணக்கானவை உள்ளன. தெரியாத பல உறுப்புகளைக் கொண்ட சமன்பாடு களுக்குத் தீர்வு காணும்படியான அவசியம் ஆராய்ச்சியாளர் களுக்கு ஓயாது ஏற்பட்ட வண்ணமுள்ளது. ஆனல் நாம் மனம் தளரலாகாது. மின்னணுக் கணிதப் பொறி எனும் ஆற்றல் மிக்க துணையை மனிதன் தனக்குப் படைப்பித்துக் கொண்டுவிட்டான். ஏற்கனவே அது புவியியலாளர்களுக்கு அரும்பணி ஆற்றத் தொடங்கிவிட்டது. இதுவரை தீர்வு காண முடியாத பிரச்சினைகளாக இருந்த பலவற்றுக்கும் தீர்வு காண அவர்களுக்கு அது துணை புரிந்து வருகிறது.

பூமி மேலோடு அல்லது உள்ளடுக்கில் நடைபெறும் எல்லா நிகழ்ச்சிப்போக்குகளையும் அதிகபட்ச திட்பநுட்பத் துடன் நாம் கணக்கிலெடுத்துக் கொள்வதற்கு இக்கணிதப் பொறிகள் வகை செய்கின்றன.

பூமியின் உள்ளடுக்கு எப்படி இருக்கும் என்பதை அனேகமாய் முழு அளவுக்கு இனி நம்மால் கணக்கிட்டுக் கணித்துக் கொண்டுவிட முடியும். பாறைகளின் உறுதி, அடர்த்தி, நெகிழ்ச்சி ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுவதன் மூலம் நமக்குக் கிடைக்கும் புள்ளிகள், துறப்பணத் தொகுதிகளுக்கான தொழில்நுட்பச் சாதனங்களேயும் இத்தொகுப்புகளின் அமைப்புத் திட்டங்களேயும் நிர்ணயித்துக் கொடுக்கும்.

துறப்பணக் குழாய்களேத் தயாரிப்பதற்கு வேண்டிய உலோகங்கள் அல்லது செயற்கைப் பொருள்கள் சம்பந்தமான கேள்விகளுக்கு விடை காண நமக்குக் கணிதப் பொறி துணே புரியும். துறப்பணத் துளேகளின் சுவர்களுக்கு உறுதியூட்டுவதற்கு நாம் சில வகைப் பாறைகளே உருவாக்க வேண்டுமென இந்தப் பொறி கூறும். இவை துறப்பணத் துளே செல்லும் உருமாற்றமடைந்த பாறைகளாக இருந்தாலும் இருக்கலாம். அல்லது துளேயின் சுவர்களே உறுதி செய்வதற்கு மின்சார-இரசாயன முறை ஒன்றை வகுத்துக் கொள்ள வேண்டி வரலாம். கணக்கிட்டு அறியப்படும் புள்ளி விவரங்கள் துறப்பணத் துளேயின் விட்டத்தைப் பற்றிய பிரச்சினேக்கும் விடை அளிக்கும்.

மீயாழத் துளேகளின் தொடக்க விட்டம் சுமார் இரண்டு மீட்டர் இருக்குமென கணக்கீடுகள் காட்டுகின்றன. இது போன்ற ஒரு துளே 15 முதல் 18 கிலோமீட்டர் வரையிலான ஆழத்தில் 13 அல்லது 15 சென்டிமீட்டர் விட்டமுடையதாகக் குறுகிவிடும். சாதனங்களுக்குத் தேவையான உறுதியைக் கணிதப் பொறிகள் கணக்கிட்டுத் தெரிவிக்கும். இரும்பு-டைட்டானியக் கலப்புலோகத்தாலோ, பிறிதொன்ருலோ ஆன குழாய்களின் செயற்பாடு ஆழ்மட்டங்களில் எப்படியிருக்கும் என்று கூறுமுன், துறப்பணக் காம்பு

உயர்த்தப்படும்போது அல்லது தாழ்த்தப்படும்போது அவை எப்படி நீளும், எப்படிச் சுருங்கும் என்பதைத் தெரிந்து கொள்ளுமுன், நூற்றுக் கணக்கிலும், ஏன் ஆயிரக் கணக்கிலுமான பல்வேறு வகைப்பட்ட பிரச்சினைகளுக்கும் தீர்வு காண வேண்டியிருக்கும். பூமி மேலோட்டுக்கு அடியில் எதிர்படும் நிலைமைகளை நாம் எப்படி அனுமானிக்கிறோமோ, அதற்கு ஏற்ப இப்பிரச்சினைகளுக்கான தீர்வுகள் மாறுபடும்.

இந்நிலைமைகளுக்கு எல்லாம் தக்கபடி ஏற்பாடு செய்வதற்கு நவீன கால விஞ்ஞானம் நமக்கு வழியமைத்துத் தருகிறது. மீயாழத் துறப்பண வேலைகளை மேற்கொள்ளும் போது நாம் கண்ணைக் கட்டிக் காட்டில் விடப்பட்டவர்களைப் போல திணற வேண்டியிருக்காது. பொறியியலின் சாதனைகளை இணையற்ற ஆயுதங்களாகக் கொண்டு நாம் பூமியின் அடியாழங்களுக்குள் செல்வோம். அண்மைக் காலம் வரையில் விளங்காத விந்தைகளாகவும் அடக்க முடியாதனவாகவும் கருதப்பட்ட இயற்கை சக்திகளின் வெற்றியாளர்களாக நாம் இவ்வாழங்களில் இறங்குவோம்.

பல விஞ்ஞானக் கிளைகளின் சந்திப்பு

பல்வேறு விஞ்ஞானத் துறைகளும் மேலும் மேலும் பாகுபாடடைந்து வருவது நமக்குத் தெரிந்ததே. புதிய கிளைகளும் புதிய போக்குகளும் எந்நேரமும் தோன்றிய வண்ணமுள்ளன. புவியியலில் மட்டும் 120க்கு அதிகமான புதிய கிளைகள் தோன்றிவிட்டன. கிளை விட்டுச் செல்லும் இந்நிகழ்ச்சி இனியும் தொடர்ந்து நடைபெற்றுக் கொண்டுதான் இருக்கிறது. புவியியலில் பொத்தம் பொதுவான

நிபுணராக இருப்பது இதற்குள்ளாகவே முடியாத காரியமாகிவிட்டது. வெவ்வேறான பல உட்பிரிவுகளும் இருப்பதால், அனேகமாய் ஒவ்வொரு புவியியலாளரும் குறுகலான தனியொரு பிரிவுக்கான நிபுணராகிவிடுகிறார். ஆனால் இதனுடன் கூடவே இதற்கு எதிரான நிகழ்ச்சிப்போக்கும் நடந்தேறுகிறது. இரண்டு மூன்று பழைய விஞ்ஞானக் கிளைகள் சந்திக்கும் இடங்களில் புதிய விஞ்ஞானக் கிளைகள் பலவும் துளிர்க்கக் காண்கிறோம். இதில் வியப்பில்லை.

மீயாழத் துறப்பணத் துளைகள் இடும்போது என்ன செய்வது? எல்லா வகையான பிரச்சினைகளும் ஆயிரக் கணக்கில் எழும். குறுகிய பிரிவுக்கான நிபுணர்களால் இவை யாவற்றுக்கும் தீர்வு காண்பது சாத்தியமன்று. இந்தத் துளை ஒவ்வொன்றிலும் வெவ்வேறு தனித் துறைகளையும் சேர்ந்தோர் நூற்றுக் கணக்கில் இணைந்து செயலாற்றுவர் என்பது கூறாமலே விளங்கும். வெவ்வேறு விஞ்ஞானிகளின் கருத்துக்களும் கனவுகளும் இங்கு ஒன்றுகுவிந்து செயல்படும். வெளிப்பார்வைக்கு ஒன்றுக்கொன்று சம்பந்தமில்லாதவையாகத் தோன்றும் பல்வேறு போக்குகளைச் சேர்ந்தோரது நலன்களை இத்துளை ஒன்றிணைத்திடும். மீயாழத் துளை ஒவ்வொன்றும் விஞ்ஞானப் பிரிவுகளிடையே உண்டாக்கும் சேர்க்கையை இப்பொழுதே முழு அளவில் எடுத்துரைப்பது முடியாததுதான். இது குறித்து இனிமேல்தான் பல புத்தகங்கள் எழுதப்பட்டாக வேண்டும். ஆயினும் இந்தச் சேர்க்கை நிகழ்ச்சியின் போக்குகள் சில ஏற்கனவே தெரியத் தொடங்கிவிட்டன.

என் மனக்கண் முன்னே தெரியும் சித்திரம் இதுவே. 10 அல்லது 12 கிலோமீட்டர் ஆழத்திலிருந்து, கோலாத் தீபகற்பத்தின் துளையிலிருந்து ஒரு பாறைத் துண்டு மேலே

கொண்டுவரப்படுகிறது. உடனே, அது பல கூறுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு பல கிளைகளின் நிபுணர்களாலும்ஆராயப்படும். பாறைகளை ஆராய்ந்து விவரிக்கும் கற்பாறை ஆராய்ச்சியாளர்களான பெட்ரோகிராபர்கள், பாறைகள் உருவான நிலைமைகளைக் கண்டறிந்து கூறும் புவி-இரசாயனவியலாளர்கள், பாறைகளின் உள்ளடக்கக் கனிமங்களை நிர்ணயித்து விவரிக்கும் கனிமவியலாளர்கள் ஆகியோரிடத்தே இது பிரதானமாய்க் கூறுபோட்டுக் கொள்ளப்படும்.

இந்த ஆழத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்ட இப்பாறை எக்லோகைட் எனப்படும் பாறையாகுமென பெட்ரோகிராபர்களும் கனிமவியலாளர்களும் புவி-இரசாயனவியலாளர்களும் கூறுவதாக வைத்துக்கொள்வோம். இது போன்ற பாறைகள் பொதுவாக அடியாழங்களிலோ, மிக உயர்ந்த வெப்பநிலைகளுக்குரிய நிலைமைகளிலோதான் உறுவாகின்றன என்று அவர்களுடைய விளக்கத்தில் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும். எக்லோகைட்டுகள் ஓரளவு தெளிவான படிக அமைப்புடைய பாறைகள் என்றும், செக்கச்சிவந்த மாணிக்கப் படிகங்களும் பச்சை பைரோக்சீன்களும் இவற்றில் விரவியிருக்கின்றன என்றும், வெளிர் அல்லது கருநீல டிஸ்தென்களும் இவற்றுக்கிடையே ஆங்காங்கே உள்ளன என்றும் கனிமவியலாளர்கள் சொல்வார்கள்.

பூமியின் உட்புற மண்டலங்களுடைய அமைப்பு குறித்துப் பல கருதுகோள்களும் இருந்து வருகின்றன. இவற்றில்ஒன்று, ஆழ்மட்டங்களில் ஆலிவீன் என்னும் கனிமம் பரவலாக இருக்க வேண்டுமெனக் கூறுகிறது. பாறைகளில் சிலிக்கன் உள்ளடக்கம் குன்றியபோது இக்கனிமம் உருவாகியிருக்க வேண்டும் என்கிறது. பூமி மேலோட்டுக்கு அடியில் ஆலிவீன் கனிமத்தாலான ஒரு முழு மண்டலமே இருப்பதாகச்

சில விஞ்ஞானிகள் கருதுகிறுர்கள் (காரின் அழிவுக்கதிர் என்ற நூல் இங்கு நினைவுகூரத்தக்கது; இதன் புவியியல் பேரவை விஞ்ஞானி பெரஸ்மனின் கருத்துக்களையே முற்றிலும் சார்ந்ததாகும்).

உயர் அழுத்தங்களில் தீக்கல் பாறைகள் எக்லோகைட்டாக மாறிவிடுவதாக வேறு சிலர் சொல்கிறுர்கள். அழுத்தம் அதிகமாக ஆகப் படிகங்களும் பெரிதாக அமைகின்றன.

இன்னும் தெளிவுபடுத்தப்படாத மிகப் பல பிரச்சினைகள் எக்லோகைட்டுடன் சம்பந்தப்பட்டவை. விந்தை மிக்க இந்த அரிய பாறை இருக்கும் அதே இடங்களில் சில சந்தர்ப்பங்களில் நாம் வைரங்களும் இருக்கக் காண்கிறேம். ஆகவே பொருளாதார முக்கியத்துவமுள்ள கனிமங்களில் கருத்து செலுத்தும் நிபுணர்கள் எக்லோகைட்டுகள் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளிலும் பங்கு கொள்கிறுர்கள்.

பேரவை விஞ்ஞானி சோபலெவ் [V. Soboley] இரு சந்தர்ப்பங்களில் தென் ஆப்பிரிக்க, யக்கூத்திய எக்லோகைட்டுகளில் கருங்கல் துண்டுகளும் பைரோக்சீன்களும் மட்டுமின்றி வைரப் படிகங்களுங்கூட காணப்பட்டன என்கிறுர். புராதன எரிமலைக் குழாய்களில் இவை கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. வைரங்களைக் கொண்ட பாறைகள் உயர் வெப்பநிலைகளாலும் உயர் அழுத்தங்களாலும் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன என்பதையே இது நிருபிக்கிறது என்று மேக்மாவாதிகள் கூறுகிறுர்கள். இதன் காரணமாய், சேர்க்கை முறையில் புது வகை இரசாயனப் பொருள்களை உருவாக்கும் ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டுள்ள ஊழியர்களும் இந்தப் பாறை சம்பந்தமான ஆராய்ச்சிக்குப் பங்காற்றுவார்கள்.

செயற்கை வைரங்கள் வளிமண்டலத்தைப் போல சுமார் ஒரு லட்சம் மடங்கான அழுத்தத்திலும் இரண்டு அல்லது

மூன்று ஆயிரம் டிகிரி வெப்பநிலைகளிலும்தான் தயாரிக்கப் படுகின்றன என்பது தெரிந்ததே. இத்தகைய நிலைமைகளில் இயற்கையில் நிலவும் மண்டலமான பூமி உள்ளடுக்கில் தான் வைரங்கள் உருவாகின்றன என்று அனேகமாக எல்லா ஆராய்ச்சியாளர்களும் கருதுகிறார்கள். பரிசீலனையிலுள்ள பாறை எப்படி உருவாயிற்று என்பது பற்றிய வாக்குவாதம் இனி பூமியின், பூமி மேலோட்டின் அமைப்பை ஆராயும் டெக்டானிஸ்டுகளால் மேற்கொள்ளப்பட்டுவிடும்.

சைபீரியாவில் வைரங்களையுடைய மண்டலங்களின் புவியியல் அமைப்பை ஆராய்ந்த பிரபல விஞ்ஞானிகளான க்ராஸ்னேவும் [I. I. Krasnov], ஆப்மனும் [P. Y. Offman], அலெக்சேயெவும் [V. V. Alexeyev] வைரப் படிவங்கள் புவியோட்டின் பிளவு மண்டலங்களுடன் தொடர் புடையவை என்னும் முடிவுக்கு வந்தனர். இந்தப் பிளவு மண்டலங்கள் நெடுந் தொலைவுகளுக்குச் செல்கின்றன. இவை முரணின்றியும் நேராகவும் உள்ளன. மீண்டும் மீண்டும் எரிமலைச் செயற்பாடு உயிர்ப்பித்தெழுவது இம் மண்டலங்களுடன் சம்பந்தப்பட்டதாகும்.

ஆயினும் எல்லாப் பிரச்சினைகளும் தெளிவுபட வகுக்கப் பட்டுவிட்டதாகக் கூற முடியாது.

1963 பிப்ரவரியில் கூடிய அனைத்து சோவியத் யூனியன் டெக்டானிஸ்டுகளின் மாநாட்டில் புவி இயலாளர் முசாத்தோவ் [D. I. Musatov] **70-100** கிலோமீட்டர் ஆழத்தில் அமைந்த உலைகளிலிருந்து ஆழப் பதிந்த பிளவுகளின்வழியே மேக்மாவின் ஓட்டம் குறித்த பிரச்சினைகளைப் பற்றி உரை நிகழ்த்தினார். திறந்த இடுக்குகளின் வடிவில் பிளவுகள் மிகக் குறுகிய காலத்துக்குங்கூட நிலைத்திருப்பது முடியாத காரியமே ஆகுமென்பதை அவர் ஒத்துக்கொள்ள வேண்டி

யிருந்தது. ஏனெனில் 70-100 கிலோமீட்டர் உயரமுள்ள பாறை மண்டலத்தின் அழுத்தத்தில் எந்தத் திறந்த இடுக்கும் கெட்டியாக மூடியடைக்கப்பட்டுவிடும். பனிக்கட்டி களுக்குள்ளும் இது போன்ற நிகழ்ச்சி நடைபெறக் காணலாம். மிகுதியான அழுத்தத்தில் ஓரளவு அகன்ற கீறல்களும் விரைவில் மறைந்துவிடுகின்றன.

பிளவுகள் இயற்கையில் படிக்கட்டு போன்றே இருக்க வேண்டும் என்று முசாத்தோவ் கூறினார். இங்கு வளைவு ஏற்பட்டு, அதன் விளைவாய் பூமி மேலோட்டின் தனித்தனி திட்டுகளும் அவற்றினிடைப்பட்ட கீறல்களை அப்படியே இருத்திக் கொண்டுவிடும் என்று கொண்டார். இவை யாவும் பூமி பூராவுமாக விரிவடைந்து கொண்டிருந்தபோது நிகழ்ந்திருக்கக் கூடும் என்று அவர் கூறினார்.

ஆனால் இவையெல்லாம் ''நிகழ்ந்திருக்கக் கூடியவை'' என்பதாகச் சொல்லலாமே ஒழிய, இவற்றை நிரூபிக்கக் கூடிய சான்றுகளை எடுத்துரைக்க முடியாது.

ஆகவே, வைரங்களைக் கொண்டுள்ள எரிமலைக் குழாய் கள் எப்படி உருவாயின என்பதை ஆராய்கையில், உருமாற்ற வாதிகள் முற்றிலும் மாறானதோர் கருத்தை முன்வைக் கிறார்கள். பிரம்மாண்ட அழுத்தங்களோ, மிக உயர்ந்த வெப்பநிலைகளோ இருந்தாக வேண்டுமென்ற அவசியமில்லை என்று அவர்கள் கூறுகின்றனர். வைரங்களைக் கொண்ட பாறைகள் சாதாரண அல்லது ஓரளவே கூடுதலான அழுத்தங்களிலும் உருவாகக் கூடும் என்கின்றனர். பூமி மேலோட்டினுள் கரைசல்களது சுற்றோட்டத்தின் விளைவாய் அவை உருவாகலாம்; பூமி மேலோட்டின் பல்வேறு பகுதிகளிலிருந்தும் எந்த இரசாயன இயைபையும் இவை கொண்டுவந்து புகுத்திவிடலாம்.

எக்லோகைட்டுகளும் வைரங்களைக் கொண்ட பிற பாறைகளும் எந்நிலைமைகளில் தோன்றுகின்றன என்னும் பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காண்பதற்கு, வெப்பாற்றல்-இயங்கியல் நிபுணர்களும் பங்காற்ற வேண்டியிருக்கும். பல்வேறு பொருள்களின் மாறுபடும் வெப்பநிலை, அழுத்தம், பரிமாணம், செறிவு ஆகியவற்றின்கீழ் பாறைகள் உருவாவதற்கான நிலைமைகளை நிர்ணயிக்க அவர்கள் முயல்வார்கள். இக்கூறுகள் யாவும் நெருங்கிய முறையில் ஒன்றையொன்று சார்ந்துள்ளன என்றும், இக்கூறுகளில் ஏற்படும் எல்லா மாறுதல்களையும் கருராய்க் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டுமென்றும் வெப்பாற்றல்-இயங்கியல் கூறுகிறது. அழுத்தம் மாறும்போது, வெப்பநிலையும் மாறுகிறது; வெப்பநிலை மாறுமானால், அழுத்தமும் மாறவே வேண்டும்....

குறிப்பிட்ட நிலைமைகளைச் சுட்டிக்காட்டும் சில கனிமங்கள் விஞ்ஞானத்துக்குத் தெரியும். வெல்ஸ்பாரின் வெவ்வேறான மூன்று வகைகளை எடுத்துக் கொண்டால், அல்பைட் வெல்ஸ்பார் 1,100 டிகிரியிலும், ஆர்த்தோகிளேஸ் வெல்ஸ்பார் 1,770 டிகிரியிலும் உருகுகின்றன; மூன்றாவது வகையான அனோர்த்தைட் வெல்ஸ்பாரின் உருகு நிலைத்தானம் 1,550 டிகிரி. சோதனைகள் மூலம் இவை யாவும் நிலைநாட்டப்பட்டவை. இது போன்ற வெப்பமானிக் கனிமங்கள் மற்றும் பல இருக்கின்றன. ஆனால் வெவ்வேறு அழுத்தங்களில், அதே அல்பைட், ஆர்த்தோகிளேஸ், அனோர்த்தைட்டின் உருகுநிலைத் தானங்கள் வெவ்வேறாகிவிடுவது நமக்குத் தெரிந்ததே. ஆழ் துளைகளிலிருந்து எடுக்கப்படும் பாறைகளை ஆராய்வது, வெப்பாற்றல்-இயங்கியல் கணக்கீடுகளைச் செம்மை செய்வதற்கு உதவியாக இருக்கும்.

பல்வேறு ஆழங்களிலிருந்தும் எடுக்கப்படும் பாறைகளின் வடிவமைப்பு எப்படி இருக்கும்? கட்டமைப்புப் புவியியல் [structural geology] என்றொரு விஞ்ஞானக் கிளை இருக்கிறது. பூமி மேலோட்டில் பாறைகள் அமைந்துள்ள வடிவங்களை ஆராய்வதற்கான நடைமுறை வழிகளை இது வகுத்திடுகிறது. உதாரணமாய், குறிப்பிட்ட அடுக்குகள் கிடைமட்ட நிலையில் இருக்கின்றனவா, அல்லது தொடுவானத்துக்குச் சாய்வான கோணத்தில் உள்ளனவா என்பதைக் கணிப்பதற்கு இது நமக்கு உதவுகிறது.

ஜார்ஜிய இராணுவ நெடுஞ்சாலையில் பயணம் சென்றுள்ளவர்கள், தார்யால் கேன்யானினுள் நுழையுமுன் இச்சாலை முதலில் பூமி அடுக்குகள் கிடைமட்டமாயுள்ள மண்டலத்தில் செல்வதையும், பிறகு இந்த அடுக்குகள் 70° பாகையிலும், 80 பாகையிலுங்கூட அமைந்த கடுமையான சாய்வுகளைப் பெற்றுவிடுவதைக் கவனித்திருப்பார்கள். ஒரு காலத்தில் இந்தப் பாறைகள் மேலே நிமிர்ந்தும் கோணல்மாணலாயும் இருந்தன என்பதை இது சுட்டிக்காட்டுகிறது.

ஆழ் துளைகளும் சுரங்கச் செல்குழாய்களும் இறக்கும் போது, தொடக்கத்தில், மேல்மட்ட மண்டலத்தில், அனேகமாய் எல்லாப் பாறைகளும் முறிவுற்றிருப்பதைக் கட்டமைப்புப் புவியியல் நிபுணர்கள் நிலைநாட்டியுள்ளனர்.

ஆனால் அடியில் சென்று குறிப்பிட்ட ஆழத்தை அடைந்ததும், பிளவுறும் பாறைகள் [cleavage rocks] எனப் படுபவை எதிர்படுகின்றன. வெளிப் பார்வைக்கு இவை ஒரே கல்லால் ஆனது போலத் தோன்றுகின்றன. ஆனால் சம்மட்டியால் அடித்ததும் மெல்லியத் தகடுகளாக அவை பிளவுறுகின்றன. சாதாரண கூரை ஓட்டுக் கல் பிளவுறும் பாறைவகையைச் சேர்ந்ததே. மேலும் ஆழமாய்ச் சென்றதும்

வெகுவாக முறுக்கி வளைக்கப்பட்டு நெளிநெளியான சிறு அலைவளைவுப் பாறைகளைச் சந்திக்கிறோம். ஆழ்மட்டங்களில் நிலவும் வெப்பநிலை காரணமாய் அவை குழைவுத் தன்மையுடையனவாகி, ஓரளவே உயர்ந்த நெளிவு அழுத்தங்களிலும்கூட சிறு அலை நெளிவுகளைப் பெறும்படி முறுக்கப்பட்டு விடுகின்றன. முழுநிறைக் குழைவுநிலையே அடுத்த கட்டம். குறிப்பிட்ட ஆழத்தில், அனேகமாய் பூமி மேலோட்டுக்குக் கீழுள்ள அடியாழங்களில் பாறைகள் உறுகிய நிலையிலே இருக்க வேண்டும்.

ஒன்றின்பின் ஒன்றாய் உள்ளீட்டுப் பாறைத் தூண்கள் மேல்மட்டத்துக்குக் கொண்டுவரப்படுவதாக நினைத்துக் கொள்ளுங்கள். நாம் கூறிய கட்டமைப்பு சரியாகுமாயின், முதலில் நமக்கு முறிந்த பாறைகள் கிடைக்கும்; பிறகு பிளவுறும் பாறைகளும், முடிவில் நெளிவளைவுப் பாறைகளும் வந்து சேரும். ஆனால் இந்த ஒழுங்கு முறை தென்படவில்லையானால், கட்டமைப்புப் புவியியல் நிபுணர்கள் வேறு புதிய கருதுகோள்களை வகுக்க முற்பட்டாக வேண்டும்.

ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஆழ்மட்டப் பாறைகளின் வயதை அறிவதிலும் மிகுந்த அக்கறை கொண்டிருப்பார்கள். சாதாரண அப்ரகமானது இத்துறையில் மிகவும் பயன் தருவதாகும். காரணம் என்னவெனில், இதன் உள்ளடக்கத் தனிமங்களில் பொட்டாசியமும் ஒன்றாகும்; இந்தப் பொட்டாசியத்தில் நிலையற்றச் சமனித்தனிமமான K-40ம் சிறிதளவு அடங்கியிருக்கிறது.

இது ஓர் அதிசயமான தனிமம். இதன் ஆயுட்காலம் குறுகலானது, இத்தனிமத்தில் சரிபாதி அளவு 130 கோடி ஆண்டுகளில் சிதைவுற்று, மந்த ஆர்கான் வாயுவின் சமனித் தனிமமாக (A-40) மாறிவிடுகிறது. இந்த ஆர்கான் சமனித்

தனிமத்தை அப்ரகமிலிருந்து தனியே பிரித்தெடுப்பதற்கும், கதிரியக்கப் பொட்டாசியம், ஆர்கான் இவற்றின் விகிதாசாரத்தைக் கணக்கிடவும் நிபுணர்களுக்குத் தெரியும். இதிலிருந்து அப்ரகத்தைத் தன்னுள் கொண்ட பாறை எத்தனை ஆண்டுகளாய் இருந்திருக்க வேண்டும் என்பதைத் தெரிந்து கொண்டுவிடலாம்.

300 கோடி முதல் *500* கோடி ஆண்டுகள் வரையிலான காலம்தான் இங்கு அதிகமாய் எதிர்பார்க்கக் கூடிய காலமாகும்.

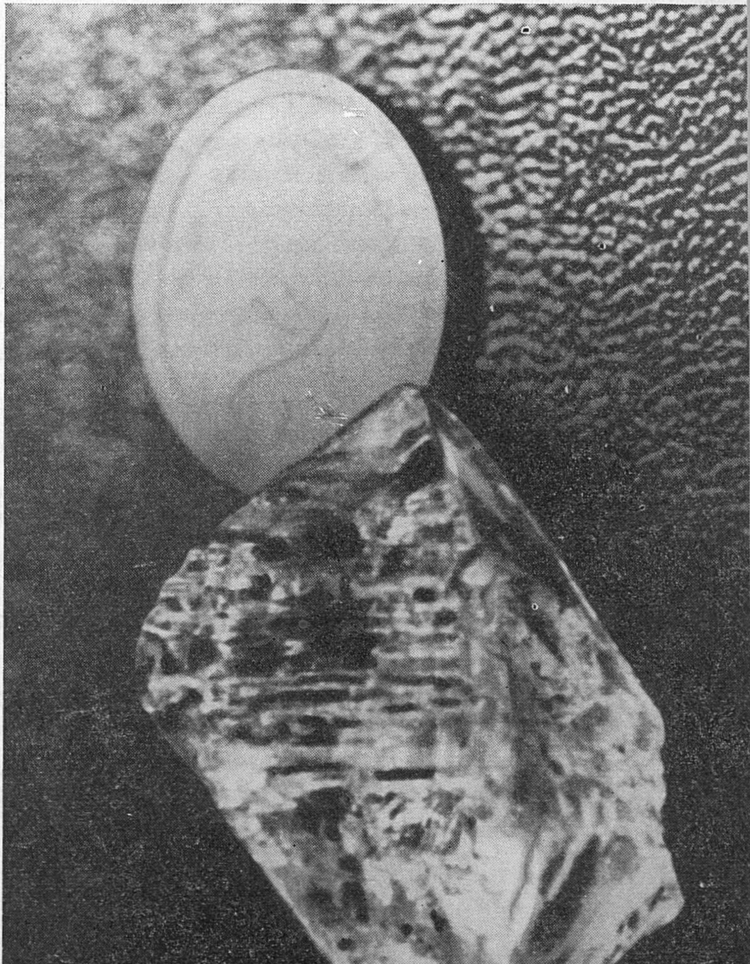
ஆனால் பிற கணக்கீட்டு முறைகள் இந்தக் கால வரையறைகளைக் காட்டிலும் பத்து மடங்கு கூடுதலானவற்றைக் கணித்தளிக்குமானால், என்ன செய்வது? அப்பொழுது, பூமி தோன்றி வளர்ந்ததை ஆராயும் விஞ்ஞானமான புவிக்கோளியல் [geocosmogony] நிபுணர்களான தத்துவவியலாளர்கள் இந்தப் பகுத்தாய்வில் பங்கு கொள்ளத் தலைப்படுவார்கள்.

மீயாழத் துறப்பணத் துளைகள் இடும்போது கிடைக்கப் போகும் மாதிரிக்கூறுகளை ஆராய்வதற்குப் பல துறைகளைச் சேர்ந்த விஞ்ஞானிகளது கூட்டு முயற்சிகளை அவசியமாக்கி விடும் வளர்ச்சிப்போக்குகள் மற்றும் பலவற்றையும் குறிப்பிட முடியும். ஆனால் ஆராயப்பட வேண்டியவை இந்த மாதிரிக்கூறுகள் மட்டும்தான் என்று நினைக்க வேண்டாம். துளைக்கப்படும் துளையும்கூட, துறப்பணத் துளை இடப்பட்டதும் எஞ்சியிருக்கும் அந்த வெற்றிடமும்கூட, பல்வேறு வகையான புவிபௌதிகவியலாளர்களின் கவனமான ஆராய்ச்சிக்கு உரியதாய் இருக்கும். பூமியின் ஆழ்மட்டங்களிலிருந்து நமக்குக் கிடைக்கும் குறியறிவிப்புகளின் உட்பொருளைப் புவிபௌதிகவியலாளர்கள் பிழையின்றி புரிந்து

கொள்கிறார்களா என்பதைச் சரிபார்த்து உறுதி செய்து கொள்ளும் பொருட்டும், அவர்களுடைய விளக்கங்களை மேலும் செம்மைப்படுத்தும் பொருட்டும் இத்துளைகளினுள் பல கருவிகளும் இறக்கிவிடப்பட்டுப் பரிசீலனைகள் நடத்தப்படும்.

இவ்வாறாக, புவியியலாளர்கள், புவிபௌதிகவியலாளர்கள், கணிதவியலாளர்கள், புவி-இரசாயனவியலாளர்கள் முதலான மிகப் பல வகையான நிபுணர்களின் பாதைகளும் இங்கு சந்திக்கின்றன. ஒவ்வொரு துறப்பணத் துளையிலிருந்தும் கிடைக்கும் விவரங்களின் ஆராய்ச்சியானது மிகப் பல விஞ்ஞானக் கிளைகளின் சேர்க்கையாகத் திகழும். இதன் விளைவாய்ப் புதிய விதிகள் கண்டுபிடிக்கப்படும், புதிய அறிவு திரட்டப்பெறும்; நமது புவிக்கோளத்தின் அடியாழங்களை வெற்றி கொள்வதற்கான புதிய வழிமுறைகள் வகுக்கப்படும்.

தீராத புதிர்கள்



பிரபல ஆசிரியர்களின் பாதையில்

திரைப்படத் தயாரிப்பாளரான என் நண்பர் ஒருவர் ஒருநாள் என்னிடம் வந்திருந்தார்.

''பூமியின் அடியாழங்கள் வெற்றி கொள்ளப்படுவதைச் சித்தரித்து மக்களைக் கவரும்படியான சுவையான விஞ்ஞானத் திரைப்படத்துக்கு எங்களுக்கு விந்தையான திரைக்கதை வேண்டும்'' என்றார். ''பரபரப்பூட்டும் கதையமைப்பு, வாக்குவாதங்கள், ஆராய்ச்சிகள் எல்லாம் அடங்கிய படமாக இருக்க வேண்டும் — சுருக்கமாய்ச் சொன்னால் ஆட்கொள்ளும் திறனுடையதாய் இருக்க வேண்டும்.''

உடனே என்னால் பதில் சொல்ல முடியவில்லை. யோசித்துச் சொல்கிறேன் என்றேன்.

மறுநாள் காலை நேரே நூல்நிலையத்துக்குச் சென்றேன். ஜூல் வேர்னின் [Jules Verne] புத்தகம் ஒன்றை எடுத்துப் படிக்க ஆரம்பித்தேன்.

விஞ்ஞானிகள் சிலர் பூமியின் அடியாழங்களுக்குள் இறங்கிப் பார்ப்பதெனத் தீர்மானித்தனர். செயலற்றதாகிவிட்ட ஓர் எரிமலையின் பிரம்மாண்ட வாயை அவர்கள் பயன்படுத்திக் கொண்டனர். பாதை நெடுகப் பொந்துகள் இருந்தன. இவற்றின் வழியே அவர்கள் மேலும் மேலும் ஆழ்மட்டங்களுக்கு இறங்கிச் சென்றனர். நம்ப முடியாத நிகழ்ச்சிகள் வரிசையாக ஏற்பட்ட வண்ணமிருந்தன. விந்தையிலும் விந்தை என்னவெனில் பூமியினுள் வெப்பநிலை சீரான நிலையிலேயே இருக்கக் காண்கிறார்கள். இந்தப் புதினம் எழுதப்பட்ட அக்காலத்துக்கு இது ஒவ்வாத கண்ணோட்டம்!

அவர்கள் எதிர்படும் பாறைகளின் வயதை ஜூல் வேர்ன் நமக்குத் தெரிவிக்கிறார். அவற்றினுடைய அடியடுக்குகளின் வரிசையை எடுத்துரைக்கிறார். ஆழமாய்ச் செல்லச் செல்ல மேலும் மேலும் புராதனமான, ஆதிநிலைக்குரிய பாறைகள் தென்படுவதாகக் குறிப்பிடுகிறார். இந்தப் புராதனப் பாறைகளில் மிகப் பல தாதுப் படிவங்களும் காணப்படுகின்றன. ''கண்ணைப் பறிக்கும் பச்சை மேனியுடைய மாக்கல் அடுக்குகளில் இரும்பு, செம்புத் தாதுக்களும், இடையிடையே பிளாட்டினத்தையும் தங்கத்தையும் கொண்ட மாங்கனீஸ் தாதுக்களும் இருந்தன'' என்பதாக அந்நாவலில் படித்தேன். துறப்பணப் பொறியைப் போன்ற மட்டரகமான, உணர்ச்சியற்ற ஒரு சாதனத்தைக் கொண்டு பூமியை ஆராய முற்படுவதைக் கண்டனம் செய்துவிட்டு, பூமியில் இயற்கையாக அமைந்துள்ள நீண்ட நெடும் சந்து பொந்துகளை மூலமாகவே நமது புவிக்கோளத்தின் ஆழ்மட்டங்களைச் சரிவர ஆராய்ந்தறிய முடியுமென்று ஜூல் வேர்ன் கூறுகிறார். நெடுங் காலத்துக்கு முன்பே அழிந்தொழிந்துவிட்ட பூதாகார உயிரினங்களை அவர் இந்தப் பாதாள உலகில் வாழ விடுகிறார். ஆசிரியர் தமது பயணிகளை நெருப்புக் கக்கும் எரிமலைகளையும் அவற்றின் அடியாழ உலைகளையும் கடந்து செல்ல வைக்கிறார். அவர்களுடைய பயணம் எதிர்பாராத முடிவை வந்தடைகிறது. கொதிக்கும் நீர்மீது ஒரு தெப்பத்திலே இப்பயணிகள் மிதந்து செல்கிறார்கள். கொதிக்கும் நீர் பிற்பாடு உருகிச் செந்தணல் போலுள்ள லாவாவுக்கு அவர்களை இழுத்துச் செல்கிறது.

இது போன்ற புவியியல் கருத்துக்கள் அக்காலத்துக்கு மிகவும் இயற்கையானவை. உண்மையில் ஜூல் வேர்னின் நாவலில் பூமியின் மையத்துக்கான பயணம் நடந்தேறவில்லை.

கொதிக்கும் நீரோட்டம் இப்பயணிகளை பூமி மேற்பரப்புக்கு வரச் செய்து ஸ்திராம்பொலி எரிமலைக்கு அருகே கொண்டுவந்து தள்ளுகிறது. ஐஸ்லாந்தில் பயணத்தைத் தொடங்கியவர்கள் நெடுந் தொலைவு பயணம் செய்து பூமியின் மைய மண்டலத்தைவிட்டு விலகி இத்தாலிக்கு வந்து சேருகிறார்கள். நமது பூமியின் ஆழ்மட்டங்களை ஜூல் வேர்ன் சித்தரிக்கவில்லை.

சோவியத் புவியியலாளரான, பேரவை விஞ்ஞானி ஒப்ருச்சேவின் [V. A. Obruchev] **புளூட்டோனியா** என்னும் நாவல் இதே பொருள் பற்றியதுதான். அவருடைய புத்தகத்திலுள்ள நிகழ்ச்சிகளில் பல ஜூல் வேர்னின் நாவலிலிருந்து உதித்தவையே. ஒப்ருச்சேவும் தமது கதைப் பாத்திரங்களைப் பொந்துகள்வழியே அழைத்துச் செல்கிறார். ஆனால் நமது பூமியின் உட்புறம் கூடாய் இருப்பதாக அவர் சித்தரிக்கிறார். பூமியின் நடுமையத்தில் ஒரு சூரியனையும் வைத்துவிடுகிறார். பூமி கூடாயிருக்க முடியாது என்பது ஒப்ருச்சேவுக்குத் தெரிந்ததுதான். நமது புவிக்கோளத்தின் வரலாற்றை எடுத்துரைப்பதற்காக அவ்விஞ்ஞானி கையாளும் ஒரு தந்திரமே இது.

புளூட்டோனியாவின் கதைப் பாத்திரங்கள் ஆழ்மட்டங்களுக்குச் செல்லச் செல்ல, அழிந்தொழிந்த பழைய உயிரினங்களில் மேலும் மேலும் புராதனமானவற்றைச் சந்திக்கிறார்கள். முதலில் கம்பளி யானைகள் சிலவற்றைப் பார்க்கின்றனர். பிறகு இன்றைய பாலூட்டிகளின் [mammals] மூதாதையைச் சந்திக்கின்றனர். இதன்பின் இடையுயிரூழியான மெசொசோயிக் காலத்திய பயங்கர இராட்சதப் பல்லிகள் வருகின்றன.

பாதாளத்தை ஆராயும் இவ்வீரர்கள் இந்தக் கொடிய

விலங்குகளை எதிர்த்துச் சமர் புரிகின்றனர். ஆங்காங்கே எதிர்படும் உபயோகமுள்ள கனிமங்களையும் ஆராய்கிறார்கள். வளமான தாதுப் படிவங்கள் இருக்கக் காண்கிறார்கள். இவை யாவும் உயிர் வகைகளின் பரிணாம வளர்ச்சியின் கதைக்குரிய பகைப்புலனாகவே அமைகின்றன. ஜூல் வேர்னைப் போலவே ஒப்ருச்சேவும் பூமியின் உட்பகுதிகள் உண்மையில் எப்படி உள்ளன என்பதைக் காட்டவில்லை.

செக்கோஸ்லோவாகியத் திரைப்படத் தயாரிப்பாளர்கள் தமது படம் ஒன்றில் ஒப்ருச்சேவ் வகுத்தளித்த பாதையைப் பின்பற்றினர். புதைபடிவ உயிரினங்களைத் திரும்பவும் உயிர் பெறச் செய்து நம் கண்ணெதிரே கொண்டுவந்து காட்டினர். புராதன உலகைச் சுவையான முறையில் சித்தரித்தனர்.

பூமியின் நடுமையத்துக்கு மேற்கொள்ளப்படும் பயணத்தைப் பற்றிய கானன் டாயிலின் [Conan Doyle] நாவலும் என் நினைவுக்கு வந்தது. ஆழ்கடல் ஆராய்ச்சிக் கலனை பேத்திஸ்கேபை யொத்த ஒரு கலனில் இப்பயணம் நடைபெற்றது. ஆனால் பரபரப்பான சம்பவங்களிலும் பெரு விபத்துகளிலும் அசாதாரண சாகசங்களிலுமே ஆசிரியர் முக்கிய கவனம் செலுத்தினார். அ.நி.தல்ஸ்தோய் தமது காரின் அழிவுக்கதிர் புதினத்தில் பூமியின் உள்ளமைப்பு பற்றிய கதையைச் சேர்த்திருந்தார். ஆனால் அவரும் பெரு விபத்து விவகாரத்தை விட்டு விலகவில்லை.

சாகச நிகழ்ச்சிகளுக்குப் பதிலாக விஞ்ஞானக் கருத்துக்களே பரபரப்பூட்டுவனவாகவும் சுவை மிக்கனவாகவும் அமையும்படி கதை எழுதுவது எப்படி?

திரைப்படத் தயாரிப்பாளரான எனது நண்பருக்கு டெலிபோன் செய்து ''என்னால் முடியவில்லை'' என்று

கூறிவிடலாமென்ற நினைப்பு இடையருது என் மனத்துள் எழுந்து வந்தது.

பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பு ''ஒரு கல்லின் கதை'' என்ற திரைப்படத்தின் தயாரிப்பில் நான் பங்கெடுத்துக் கொண்டேன். திரைக்கதையின் ஆசிரியரான வித்துஹ்னேவ்ஸ்கியும் [M. S. Vitukhnovsky] படத் தயாரிப்பாளரான ரிமரேன்கோவும் [L. I. Rymarenko] உயிரில்லாக் கல்லை உயிருடையதாக்கி விடுகிருர்கள். அதன் முழு வளர்ச்சியையும் படம் பிடித்துக் காட்டுகிருர்கள். வித்துஹ்னேவ்ஸ்கிய் இப்படத்தில் ஜூல் வேர்ன், ஓப்ருச்சேவ் இவர்களது கருத்துக்களை ஒதுக்கி வைத்துவிட்டு, பேரவை விஞ்ஞானி பெர்ஸ்மனின் நூல்களைப் பின்பற்றினுர்.

பழம்பெரும் கலைஞர்களது கலைப்படைப்புகளில் கல்லும் உயிருடையதாகிக் காவியம் கூறுகிறது. மாபெரும் சிற்பி அல்லது கூட்டிடக் கலைஞரின் கைத்திறனுல் இந்தக் கல் உள்ளத்து உணர்ச்சிகளையெல்லாம் எடுத்துரைக்கும் வல்லமையுடையதாகிவிடுகிறது. ஆனுல் இயற்கை அன்னையை மிஞ்சக் கூடிய கலைஞர் யாருமில்லை. திரைப்படத்தின் ஒளிப்பதிவாளர்கள் கல்லின் பிறப்பையும் இறப்பையும் அப்படியே இயற்கை எழிலுடன் திரையிலே சித்தரித்துக் காட்டுகிருர்கள்.

மேக்மாவின் வாழ்க்கையை—பூமி மேலோட்டுக்கு அடியில் கொழுந்து விட்டெரியும் இந்த நெருப்புத் திரவத்தின் வாழ்க்கையை—காட்டும் காட்சிகள்தான் (இப்படத்தின் ஆசிரியர்கள் மேக்மாத் தத்துவத்தின் ஆதரவாளர்களாவர்) இந்தப் படத்திலே உள்ளத்தை அள்ளும் மிகச் சிறந்த காட்சிகளாகுமெனப் பலரும் கருதினர்.

இந்தப் படம் ஒளிப்பதிவு செய்யப்பட்டபோது நான் எழுதி வைத்திருந்த குறிப்புகளைப் புரட்டிப் பார்க்கையில், இதே காட்சிகளைத் திருப்பித் திரையிலே காட்டும் உத்தேசத்துடன்தான் திரைப்பட ஸ்டூடியோவினர் என்னைத் திரைக் கதை எழுதச் சொல்லியிருப்பார்கள் என்று எனக்குத் தோன்றிற்று. இவர்கள் எல்லோரும் தம்மை அறியாமலே மேக்மாவாதிகளாகவே இருந்தவர்கள்; புதியத் திரைக் கதையில் நானும் கொதித்துக் கொப்பளிக்கும் இந்த மேக்மாவையேதான் சித்தரிப்பேன், அதே எரிமலைகளையும், அவை பொங்கியெழுவதையும், நெருப்புக் குழம்புகளிலிருந்து பாறைகள் உதயமாவதையும்தான் காட்டுவேன் என்று எதிர்பார்த்தனர். அதாவது, மேக்மாவாதிகளின் கண்ணோட்டத்தின்படி பூமியின் அடியாழங்களில் என்ன நடைபெறுகிறது என்பதை நான் சித்தரிக்க வேண்டுமென விரும்பினர். ஆனால் அவர்களுடைய கண்ணோட்டத்தைத் தவிர வேறு சில கண்ணோட்டங்களும் உள்ளன என்பது இன்று நமக்குத் தெரியும். அப்படியானால், நமது பூமியின் உட்புறப் பொருளை வெவ்வேறு கண்ணோட்டங்களின் அடிப்படையிலும் பரிசீலித்துக் காட்டி, மேக்மாவாதிகளுடைய கருத்துக்களை நவீனநெப்ட்யூன்வாதிகளின் கருத்துக்களுடன் மோதவிட்டுப் பார்க்கலாமா? அப்படிச் செய்வதுதான் பூமியின் அடியாழங்களில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளின் முழுச் சிக்கலையும் புலப்படச் செய்வதற்கான ஒரே வழியாகுமென்று தீர்மானம் செய்தேன்.

உடனே நான் திரைக்கதையைத் தயாரிக்கும் வேலையில் இறங்கினேன்.

மோகோ எல்லைத் திறப்புக்கு—பத்திரிகையாளர்கள் அந் நிகழ்ச்சிக்கு இவ்வாறுதான் பெயர் சூட்டியிருந்தனர்— அன்று தயாரிப்புகள் மிக மும்முரமாய் நடைபெற்று வந்தன.

உலகம் பரபரப்புமிக்க ஒரு பெருங் கண்டுபிடிப்பின் தலைவாயிலை வந்தடைந்துவிட்டது. பூமியின் மேலோட்டுக் குள் ஒளிந்திருப்பது என்ன? அதற்கடியில் என்ன இருக்கிறது? மோகரோவிச்சிச் இடையீட்டுக்கு அப்பால் இருப்பது என்ன? — என்பதை இறுதியாக நாம் தெரிந்து கொள்ளப் போகிறோம்.

குரீல் தீவு ஒன்றில் மீயாழத் துறப்பணத் துளைக்கு அருகே (எப்படியோ இத்தீவு மோகோத் தீவு என்பதாகப் புதுப் பெயர் சூட்டப் பெற்றுவிட்டது), துறப்பண ஊழியர்களது சிறு நகர் ஒன்று உதித்துவிட்டது. மீயாழத் துறப்பணத் துளைக்குரிய கோபுரக் கூடு ஒரு பெரும் பொறியியல் அதிசயமாய் அந்தப் பிரம்மாண்ட நீள்வட்டத் தாழ்வெளியின் மையத்தில் நின்றது. துறப்பண வேலைகள் பெருந் திரளான நிபுணர்களின் மேற்பார்வையில் நடந்தேறின. கோபுரக் கூட் டுக்கு ஒரு புறத்தில் ரிப்பேர் தொழிற்கூடங்கள் அமைக்கப் பட்டிருந்தன. கோபுரத்தைச் சுற்றிலுமுள்ள யாவற்றையும் போல இத்தொழிற்கூடங்களும் நூதனமானதாகவே இருந் தன. இங்கு நிலவிய நிசப்தத்தை முதலாவது விநோதமாகக் குறிப்பிட வேண்டும். ரிப்பேர் தொழிற்கூடங்களுக்குரிய இறைச்சல் இங்கு சிறிதும் இல்லை. துறப்பண வேலைகளுக்குப் பணி புரியும் கருவிகளைப் பார்வையிட்டுப் பராமரிப்பதில் கவனம் அனைத்தும் ஒன்றுகுவிந்திருந்தது. இக்கருவிகள் காட்டிய அளவீடுகள் துளை வழியிலே சாதனங்கள் பூமியின்

மேலோட்டினுள் ஊடுருவிய ஆழத்தை ஒரு சென்டிமீட்டர் பிழைக்குமேல் இடந்தராத துல்லியத்துடன் பதிவு செய்து அறிவித்தன.

இந்தக் கருவிகள் யாவும் ஒரு ஒலிபெருக்கியுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தன. மோகோ இடையீட்டை அடைய இன்னும் துளையிட வேண்டிய தொலைவு எவ்வளவு என்பதை இவ்வொலிபெருக்கி அவ்வப்பொழுது அறிவித்து வந்தது. கணீரென ஒலித்த அறிவிப்பாளரது குரல் வானொலியில் எத்தனை முறை ஒலிபரப்பப்பட்டிருக்கும். அப்பொழுது அக்குரல் அறிவித்தது: ''மோகோ எல்லைக்கு இன்னும் துளைக்க வேண்டியது இருபது மீட்டர்தான்! கவனம்! கேளுங்கள்! இருபது மீட்டர்தான்!''

மோகோ எல்லை திறக்கப்பட்டதும் ஏற்படக்கூடிய பெரு விபத்துகளிலிருந்து மக்களைப் பாதுகாப்பதற்கான முறைகளை வகுப்பதற்காகப் பொறியியலாளர்கள் அரும் பாடுபட்டு வேலை செய்திருந்தனர். பல நாட்களுக்கு முன்பே நகரவாசிகள் எல்லோரும் வெளியிடங்களுக்கு அப்புறப்படுத்தப்பட்டு விட்டனர். இறுதி நாட்கள் வரையில் துறப்பணத் துளைக்கு அருகிலும் ரிப்பேர் தொழிற்கூடங்களிலும் இருந்தவர்களுங்கூட இப்பொழுது, கோபுரக் கூடு அமைந்திருந்த தாழ்வெளியின் வரம்புகளிலே இருந்த மலை உச்சிகளுக்குச் சென்றுவிடும்படி உத்தரவிடப்பட்டனர்.

துறப்பணப் பொறித் தொகுப்பு இப்பொழுது தானியங்கிக் கட்டுப்பாட்டுக்கு மாற்றப்பட்டுவிட்டது. மோகோ எல்லை திறக்கப்படும் தருணத்தில் நிகழும் எல்லா நிகழ்ச்சிகளையும் பதிவு செய்வதற்காக புகைப்பட, திரைப்படக் காமிராக்களும், பெரிஸ்கோப்புகளும், நிறமாலைகாட்டிகளும் கான்கிரீட் அரண்களிலிருந்து துறப்பணத் துளையையும்

அதைச் சுற்றிலுமிருந்த பரப்பையும் குவியமாகக் கொண்டு காத்திருந்தன.

பல காலமாய் எதிர்பார்த்து ஆவலுடன் காத்திருந்த அத்தருணம் முடிவில் வந்துவிட்டது. அறிவிப்பாளர் அப்பொழுதுதான் கூறி முடித்தார்: ''மோகோ எல்லைத் திறப்புக்கு இன்னும் ஐந்தே மீட்டர்கள்தான்.... நான்கு மீட்டர்... மூன்று மீட்டர்.... இரண்டு....''

யாவும் இயங்கத் தொடங்கின. விவரங்களைக் காண முடியவில்லை. வினாடிக்கு ஆயிரம் தனிப்படங்கள் வீதம் படம் பிடித்து ஒப்பற்ற அக்கணங்களது நிகழ்ச்சிகளைப் பதிவு செய்து கொண்ட திரைப்படச் சுருள்கள்தான், பிற்பாடு திரையிடப்பட்டபோது எப்படி அந்தத் துளைக் கோபுரத்தின் பின்னல் சட்டக் கூடு மெள்ள (திரையிலே அப்படித்தான் தோன்றியது) மறைந்து காற்றோடு காற்றாய்க் கலந்ததென் பதையும், யாவற்றையும் மங்கலாக்கிக் குழப்பிய சூறுவளி துறப்பணத் துளையைச் சுற்றிலுமிருந்த எல்லாக் கட்டுமானங் களையும் எப்படி அடியோடு தகர்த்தெறிந்ததென்பதையும் காட்டின.

இவற்றுடன் கூடவே வாயுக்களை பயங்கரமாய் வாரி வீசிய வண்ணம் கண்கூசும் சுடரொளி விட்ட நெருப்புருவான மேக்மா, கோபுரம் போல விண்ணோக்கி சாய்வுக் கோணத்தில் உயர்ந்தெழுந்தது. அதனுடன் கூட எரிமலைக் குண்டுகள் பல்லாயிரம் மீட்டர் உயரத்துக்குப் பாய்ந்து பறந்தன!... அந்தச் சுற்றுவட்டாரம் முழுதுமே இரத்தச் சிவப்பு மேனி பெற்றுவிட்டது. இந்தச் செவ்வொளியில் வாயுக்களாலான கரு முகில்கள் எடுப்பாய்த் தெரிந்தன.

இரைச்சலும் உறுமலும் மேலும் கடுமையாயின. இந்த சப்தம் எங்கிருந்து எழுந்தது என்பதைத் தொடக்கத்தில்

புரிந்து கொள்வது கடினமாயிருந்தது. மெத்தென ஒலித்த வெடியோசைகள் கேட்டன. அவை மேலும் மேலும் பலமாய் ஒலித்தன. தரைக்கடியிலிருந்து எழுந்தவை அவை. பூதாகார நெருப்புக் கோபுரங்கள் அவற்றுடன் உயர்ந் தெழுந்தன. மின்வெட்டுகள் பளிச்சிட இடிகள் முழங்கி காற்றை அதிரச் செய்தன.

மின்வெட்டுகள் மேலும் மேலும் அதிகமாகி நெருப்புக் கோபுரங்களின் உச்சிகளுடன் சேர்ந்து அடர்த்தியான வலைப் பின்னல்போல் தோற்றமளித்தன. மேக்மா கோபுரத்துக் கும் தரைக்கும் இடைப்பட்ட வெளி பூராவும் நெருப்புச் சுழற்காற்ருகிவிட்டது. இந்நெருப்பு நடுவெளியில் கொழுந்து விட்டு எரிந்து பரவிற்று. கந்தக ஈருயிரதையின் [sulphur dioxide] நெடி சகிக்கமுடியாதபடி நாற்றிசையிலும் பரவியது. மூச்சு விடுவதே கடினமாகிவிட்டது. பல கிலோமீட்டருக்கு அப்பால் நிறுத்தப்பட்டிருந்த பார்வையாளர்கள் சுவாசக் கருவிகளை முகத்திலே பொருத்திக் கொள்ள வேண்டிய தாயிற்று.

தொடர்ந்து வெடிப்புகள் ஏற்பட்டு பூமியையே அதிரச் செய்தன. முன்பு துறப்பணத் துளையும் தொழிற்கூடங்களும் வீடுகளும் இருந்த அந்தத் தாழ்வெளி முழுவதிலும் சிவந்து கொதித்த திரவம் நிறையத் தொடங்கிற்று. ஏராளமானேர் ஒன்றுசேர்ந்து அரும் பாடுபட்டு எழுப்பியிருந்தவை யாவும் இந்தப் பயங்கர அலங்கோலத்தால் நாசமாக்கப்பட்டன.

பூமிக்கு அடியிலிருந்து விசிறியடிக்கப்பட்ட நெருப்புக் கோபுரம் கந்தக வாயுவாலும் சாம்பலாலுமான சுழல் முகில் களுக்குள் வெட்டிக் கொண்டு ஆப்பு போலப் பாய்ந்தது. சுற்றுப்புறங்களில் கவிழ்ந்திருந்த இருள், சீறும் மேக்மாவின் பயங்கரத் தீயிற்கு நேர் முரணுயிருந்தது. ஏரி மேலும்

மேலும் நிரம்பிச் சென்றது. நெருப்புச் சுனை படிப்படியாகத் தணிந்து லாவா குழம்பால் மூடப்பட்டது. மேக்மா ஆங்காங்கே கொப்பளித்துச் சீறியெழுந்தது. சூறுவளியை ஒத்த காற்றினுல் கிளர்த்திவிடப்பட்ட லாவா பரட்டை முடி போலத் தோன்றிய பாறைத் திரட்சிகளாயின. ஹவாய்த் தீவுகளில் எரிமலைத் தேவியான பெலேயின் பெயரில் இப்பாறைகள் ''பெலே முடி'' என்று அழைக்கப்படுவது என் நினைவுக்கு வந்தது.

யாவும் பிரம்மாண்ட வெடிப்பதிர்ச்சியோடு முடிவுற்றன. திரும்பவும் மாபெரும் நெருப்புக் கோபுரம் மையப் பகுதியிலிருந்து உயர்ந்தெழுந்தது. பேய்ச் கூச்சலும் குழப்பமும் பயங்கரமாயிருந்தன. பூமி ஆடிக் குலுங்கிற்று.

பிறகு நிசப்தம், பூரண நிசப்தம். யாவும் முடிவடைந்து விட்டன என்பதை நம்புவது கடினமாயிருந்தது.

சிறுகச் சிறுக, பையப் பைய சாம்பற் தூசு கீழே தரை மீது படிய ஆரம்பித்தது. சன்னத் துகள்கள் பல நாட்களுக்குத் தொடர்ந்து படிந்து வந்தன. புயற் காற்று இச்சாம்பலை உலகெங்கும் எடுத்துச் சென்று தூவிற்று.

திரும்பவும் கதிரவன் ஒளி விட்டான். முன்னிலும் பிரகாசமாய்த் தோன்றினுன். மேகங்களின் செங்குருதி மேனி மறைய நெடுநாட்கள் ஆயின. மேலோட்டுக்கு அடியிலுள்ள பொருளின் துகள்கள் மீவளிமண்டலத்துக்கு [stratosphere] எடுத்துச் செல்லப்பட்டுவிட்டதால் இந்தச் செந்நிறம் பல காலம் நீடித்தது.

நமக்கு எதிரே ஆதிப் பொருளாலான ஏரி விரிந்திருந்தது. பூமி மேலோட்டுக்கடியில் எங்கும் நிறைந்துள்ள அந்த விந்தைப் பொருளை மனிதகுலத்தோர் முதன்முதலாய் நேரில் கண்ணுற்றனர். லாவா ஏரியின் பல பாகங்களிலிருந்தும்

உடனே மாதிரிக் கூறுகள் எடுக்கப்பட்டு பல நாடுகளின் ஆய்வுக்கூடங்களுக்கு அனுப்பி வைக்கப்பட்டன. பரிசீலனை முடிவுகளைத் தெரிந்துகொள்ள அனைத்து உலகும் ஆவலுடன் காத்திருந்தது.

மீயாழத் துறப்பணத் துளை வேலைகள் யாவற்றுக்கும் தலைமை தாங்கிய மையத்துக்கு ஏற்கனவே முடிவுகள் வந்து குவியத் தொடங்கிவிட்டன. மென்திலேயேவின் அட்டவணையிலுள்ள எல்லா இரசாயனத் தனிமங்களும் இந்த ஆதி பொருளில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதாக அதிகார பூர்வமான அறிக்கை குறிப்பிட்டது. அவற்றின் அளவு வீதாசாரம் கணக்கிட்டுக் கணிக்கப்பட்ட விவரங்களுக்கு அனேகமாய் முழு அளவுக்கு இசைவாயிருந்தது. பூமி மேலோட்டின் பாறைகளுடைய இரசாயன இயைபுடன் ஒப்பிடுகையில் சில மாறுபாடுகள் இருப்பது தெரிய வந்தது. கனத் தனிமங்கள் அதிக அளவில் இருப்பதை இரசாயனவியலாளர்கள் அறிவித்தனர். பூமி மேலோட்டில் சொற்ப அளவு தென்படும் தனிமங்கள் இந்த ஆதி பொருளில் மிகுதியான அளவில் இருப்பது தெரிந்தது. வினோதமான விவரங்கள் கிடைத்தன. பேரவை விஞ்ஞானி பெர்ஸ்மன் கூறியிருந்தவற்றுக்கு இவை இசைவாய் இருந்தன. அதாவது, பூமி மையத்தை நெருங்கிச் செல்லச் செல்ல அதன் இரசாயன இயைபும் மாறிச் செல்கிறது.

மேக்மாவாதிகள் வெற்றிவாகை சூடினர். பூமி மேலோட்டுக்கு அடியில் உருகிய நெருப்புத் திரவம் இருந்ததானது அவர்களுடைய கருத்துக்களை ஊர்ஜிதம் செய்தது. இந்த ஆதிபொருளின் இரசாயன இயைபு மேலும் உறுதியான சான்றாகிவிட்டது. இந்த மேக்மா குளிர்ந்ததும் என்னவாகும் என்பதை அறிய எல்லோரும் இப்பொழுது ஆவலுடன்

காத்திருந்தனர். இந்த நெருப்புத் திரவத் திரட்சியின் வளர்ச்சி விதிகள் நிலைநாட்டப்பட்டு விடுமா?

இந்த லாவா ஏரியின் வெவ்வேறு பகுதிகளிலும் என்னவெல்லாம் இருக்கும் என்பது குறித்து விஞ்ஞானிகள் ஆலோசனைகளை முன்வைக்கலாயினர். யூரல் பிரதேசத்தில் நீழ்னிய் தாகீலுக்கு அருகிலுள்ள சொலொவ்யோவா மலையின் படிவத்துடன் ஒப்புமை செய்து, இந்த ஏரியின் அடிமட்டத்தில் பிளாட்டினமும் குரோமைட்டும் மற்றும் பல கனத் தனிமங்களும் கிடைக்கலாமென்று எதிர்பார்க்கப்பட்டது. சொலொவ்யோவா மலை படிவத்தை ஆராய்ந்தவர்கள் மேக்மா உலையின் வளர்ச்சியினுடைய துவக்கக் கட்டத்தில் நடைபெறும் படிகமாக்க நிகழ்ச்சிப்போக்குகளின் விளைவாக இது தோன்றியதெனக் கூறுகிறார்கள். இந்தப் படிவம் தோன்றியதானது, மேக்மாவிலிருந்து வெப்பம் தாங்கும் படிகங்கள் கீழே அமுந்தி மேக்மா உலையின் அடிப்பகுதியில் திரளுவதுடன் சம்பந்தப்பட்டதாகும் என்கிறார்கள். தென் ஆப்பிரிக்காவில் புஷ்வெல்டு நகருக்கு அருகிலுள்ள புஷ்வெல்டுப் படிவம் எனப்படும் பிளாட்டின, குரோமைட் படிவமும் இதே முறையில் தோன்றியதே.

சட்பெரியிலுள்ள கானேடிய நிக்கல் படிவத்தையொத்த ஒன்று முன்பு துறப்பண ஊழியர்களின் குடியிருப்பு இருந்த லாவா ஏரியின் அடிப்பகுதிக்கு அருகே இருக்கக்கூடும் என்று சிலர் கூறினர். சட்பெரியில் நிக்கல் கனிமங்கள் பெரிய அளவில் அடிப்பகுதிப் படிவங்களாகத் திரண்டன. இது போன்ற படிவங்களும் மேக்மா உலையின் வாழ்க்கையில் ஆரம்பக் கட்டத்தில், அதிலுள்ள பொருள்கள் அவற்றின் ஒப்பு அடர்த்திகளுக்கு ஏற்பப் பிரிந்துவிடும் இக்கட்டத்தில், உருவானவையே என்று விஞ்ஞானிகள் கூறினர்.

புவியியலாளர்கள் லாவா ஏரியின் படத்தில் சில பகுதிகளைத் தனியே குறிப்பிட்டுக் காட்டி, பழம் பெரும் கனிமப் படிவங்களை ஆராயும்போது தெரிய வந்த விவரங்களுடன் இருப்பதாகக் கூறப்பட்ட ஒற்றுமைக்கு ஏற்ப அவற்றுக்குப் பெயர் சூட்ட முற்பட்டனர்.

வடதிசை மண்டலம் சட்பெரி பிரிவு என்று பெயரிடப் பட்டது. கீழ்த்திசை மண்டலத்தில் சொலொவ்யோவா மலைப் பகுதி என்று குறித்துக் காட்டப்பட்டது. இங்கு பிளாட்டினம் திரண்டிருக்க வேண்டுமென எதிர்பார்க்கப் பட்டது. தென்மேற்குப் பிரிவுக்கு ஸ்வீடனின் இரும்புத் தாதுப் படிவத்தின் பெயரில் கிருனவாரா என்பதாகப் பெயரிடப்பட்டது.

ஸ்வீடிஷ் புவியியலாளரான பெர் கேயெர் [Per Gejer] 1931ஆம் ஆண்டிலேயே, மேக்மாக் குழம்பில் இரும்பையும் பாஸ்வரத்தையும் வேறு சிலத் தனிமங்களையும் மிகுதியாகக் கொண்ட ஒரு பகுதி தனியே பிரிந்திருக்க வேண்டுமென்று கூறினர். பிற்பாடு கிருனவாராப் படிவங்குறித்து சர்ச்சை எழுந்தது. கிருனவாரா இரும்புப் படிவம் பிரதானமாய் வண்டற்படிவு வழியில் தோன்றியதே என்பதாக புவியியலாளர் லிண்டர்கிரென் [Lindergren] கூறினர். அவருடைய கருத்துப்படி இந்தத் தாதுக்கள் பிற்பாடு உருமாற்றமடைந்துவிட்டன. நெப்ட்யூன்வாதிகளான உருமாற்றவாதிகள் பலரும் அக்காலத்தில் லிண்டர்கிரென் கருத்துக்களுக்கு இசைவு தெரிவித்து, மேக்மாப் படிவங்கள் எவையுமே இல்லை அல்லது மிகமிகச் சொற்பமே ஆகுமெனக் கூறினர். ஆனல் இப்பொழுது பெர் கேயெரின் கருதுகோள் பத்திரிகைகளில் மிகவும் விரிவாக எடுத்துரைத்துப் பரப்பப்பட்டது. இப்பொருள் குறித்து மிகப் பல ஆய்வுரைகளும் விசேஷ புவியியல் இதழ்களில் வெளியிடப்பட்டன.

லாவா ஏரியின் மையப் பகுதி கிம்பர்லி பிரிவு என்பதாகப் பெயர் பெறலாயிற்று. இறுதியில் ஏற்பட்ட மிகப் பெரிய வெடிப்பதிர்ச்சிக்குரிய இம்மண்டலத்தில், தென் ஆப்பிரிக்காவின் பெயர் பெற்ற கிம்பர்லி படிவத்திலுள்ளது போல, வைரங்கள் மலிந்திருக்க வேண்டுமென எதிர்பார்க்கப்பட்டது. இங்கு வைரங்களைக் கொண்ட எரிமலைக் குழாய் ஒன்று கண்டுபிடிக்கப்படலாம் என்று விஞ்ஞானிகள் எதிர் பார்த்தனர்.

கொதிக்கும் குழம்பு, விஞ்ஞானிகள் அதனை ஆராயத் தொடங்குவதற்குப் போதிய அளவு குளுமையாவதற்குப் பல மாதங்கள் ஆயின. எல்லாக் கணிப்புகளும் முழு அளவுக்கு மெய்ப்பிக்கப்பட்டன என்பதைக் கூறத் தேவையில்லை! கிருனவாரா, சொலொவ்யோவா மலை, சஃபெரி முதலியவற்றையும் மற்றும் பல படிவங்களையும் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளின் அடிப்படையில் மேக்மாவாதிகள் முன்வைத்த கருத்துகள் நிரூபிக்கப்பட்டதுடன், மேலும் வளமாக்கப்பட்டன. கருதுகோள்கள் கறாரான, தெளிவான, விளக்கமான விதிகளாக மாறின.

இறுகிக் கெட்டியான ஆதிநிலை மேக்மாவை நேரடியாக ஆராய்ந்ததன் மூலம் கிடைத்த விவரங்கள் நவீனநெப்ட்யூன் வாதிகளான உருமாற்றவாதிகளின் வாதம் தவறு, மேக்மாவாதிகளின் வாதமே சரி என்பதை உறுதியாகவும் இறுதியாகவும் நிரூபித்தன.

ஆம், மேக்மாவாதிகள் கூற்றே மெய்யானது! இனி அவர்களுடைய தத்துவங்களை ஆதாரமாகக் கொண்டு, உலகின் பல்வேறு பகுதிகளிலும் மீயாழத் துறப்பண வேலைகளை மேற்கொள்ளலாம்; பொருளாதாரத்துக்கு அவசியமான கனிமப்பொருள்களின் புதிய படிவங்களை மேலும் மேலும்

அதிக அளவில் கண்டுபிடிக்கலாம். இந்தக் கணக்கீடுகளில் பொருளியலாளர்களும் பங்குகொள்ளத் தலைப்பட்டனர். துறப்பண வேலைகளுக்கு ஆகும் மொத்தச்செலவுகளைப்போல பன்மடங்கு பெறுமானமுள்ள பிளாட்டினமும் வைரங்களும் நிக்கலும் அரிய உலோகங்களும் விரவிப் பரந்திருக்கும் உலோகங்களும் மற்றும் மிகப் பலவும் பெரிய அளவில் கிடைக்குமென அவர்கள் கணக்கிட்டனர்.

லாவா ஏரியின் மையப் பகுதியில் விஞ்ஞானிகள் கண்டறிந்தவை மிகவும் பிரமாதமாயிருந்தன. ஏனைய எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் பிற்பாடுதான், யாவற்றுக்கும் இறுதியில் இப்பகுதி ஆராயப்பட்டது. இங்கும்கூட மேக்மாவாதிகளின் கணக்கீடுகள் ஊர்ஜிதம் செய்யப்பட்டன. விஞ்ஞானிகள் கண் எதிரே எரிமலைக் குழாய் ஒன்றின் கழுத்து தெரிந்தது. அதனுள் வைரங்கள் நிரம்பியிருந்தன!

ஆம், வைரங்கள் பூமி மேலோட்டுக்கு அடியில் பிரம்மாண்டமான எரிமலைக் குழாய்களில்தான் உருவாகின்றன. ஆதிநிலைப் பொருளுடன் சேர்ந்து அவை பூமி மேலோட்டின் முழுப் பருமனிலும் ஊடுருவின. எங்கெல்லாம் இந்த எரிமலைக் குழாய்களை இயற்கை நிலைமைகளில், பூமி மேலோட்டின் பெரும் பிளவுகளுக்கு அருகே, காண்கிறோமோ, அங்கெல்லாம் இந்தப் பிரம்மாண்டச் சோதனையின்போது நடைபெற்ற அதே நிகழ்ச்சிகள் நடந்தேறியிருக்க வேண்டுமெனக் கொள்ளலாம்.

இம்முடிவுகள் யாவும் விஞ்ஞான நுண்ணறிவின், தொலை நோக்கின் வெற்றியைக் குறிப்பனவாகும்!... இக்கட்டத்துடன் திரைப்படம் முடிவுற்று, விளக்குகள் எரியத் தொடங்கின.

திண்மைக்கும் வரம்பு உண்டு

திரைப்படத் தயாரிப்பாளர் இனி இதற்கு நேர் எதிரான கருத்தோட்டத்தைக் காட்ட வேண்டும். திடப் பொருளாலாகிய கெட்டியான திரட்சியே பூமி மேலோட்டுக்கு அடியில் இருப்பதாகக் கருதும் விஞ்ஞானிகளுடைய கருத்துக்களை இனி அவர் எடுத்துரைத்தாக வேண்டும். திரும்பவும் திரை ஒளிமயமாயிற்று. படங்காட்டுங் கருவி திரும்பவும் படபடத்தது.

அறிவிப்பாளரின் கணீர்க் குரல் திரும்பவும் ஒலித்தது: ''பூமி உள்ளடுக்கை வந்தடைய இன்னும் ஐந்து மீட்டர்தான். மூன்று மீட்டர்.... இரண்டு மீட்டர்... ஒன்று!...''

திரும்பவும் பேரிடி முழக்கம். பூமியின் அடிவயிற்றிலிருந்து சடப்பொருள் வெடித்தெழுகிறது.

திரும்பவும் மீவேக ஒளிப்பதிவுத் தொகுப்பு நடப்பவை யாவற்றையும் ஒளிப்பதிவு செய்கிறது. அஷ்டகோணலாய் வளைந்து சிக்கலாகிய துறப்பணக் குழாய்த் தொகுப்புகள் துளையிலிருந்து வெளியே பறக்கின்றன. அவற்றைத் தொடர்ந்து முடிவில் துறப்பணத் துளைக் கருவியின் முறிந்த தலை மேலே பாய்ந்து பறக்கிறது.

ஆனால் என்ன இது? மேக்மாவையும் காணோம், வெடித்து வெளிவரும் வாயுக்களையும் காணோம். நெடிதுயர்ந்து மாபெருந் தூபி வெளியே பீறிட்டு உயருகிறது. இதன்முன் கண்டும் கேட்டுமிராத ஒரு வகைப் பொருளாலானது அது.

முடிவில் துறப்பணத் துளை மண்டலத்தை நெருங்க முடிந்ததும், எல்லோரும் வியப்பால் மலைத்துப் போய்விட்டனர். அதியற்புதமான பொருள் ஒன்று பூமியின் உள்ளடுக்கிலிருந்து பிய்த்துக்கொண்டு மேலே வந்திருந்தது. இந்தத்

தூபியில் ஒரு சிறு துண்டை விஞ்ஞானிகள் உடைத்தெடுக்க முயன்றனர். ஆனுல் எவ்வளவோ முயன்றும் பயனில்லை. மீத்திண்மக் கனிமமான வைரத்தாலுங்கூட இந்த மேலோட்டு அடிநிலைப் பொருளில் ஒரு சிறு சிராய்ப்பைக்கூட உண்டாக்க முடியவில்லை. போரன், நைட்ரஜன் இவற்றின் கலப்புலோகமான மீத்திண்ம போரசோன் எதனையும்—வைரத்தையும்கூட—வெட்டவல்லது. ஆனுல் அதனுலும் இங்கு ஒன்றும் செய்ய முடியவில்லை. ஒளியாற்றல் ஆக்கிகளான லாசர்கள் உடனே கொண்டுவரப்பட்டு செயலில் ஈடுபடுத்தப்பட்டன. இந்த லாசர்கள் எட்டு அல்லது ஒன்பது ஆயிரம் டிகிரி வெப்பநிலை உண்டாக்கக் கூடியவை. மிகமிகக் கெட்டியான வைரத்தையுங்கூட அவை நொடிப் பொழுதில் வெட்டித் துண்டித்துவிடும் ஆற்றல் கொண்டவை.

ஆனுல் லாசர்களாலுங்கூட ஒன்றும் செய்ய முடியவில்லை. இந்த மீத்திண்மப் பொருளில் அதனுல் ஒரு சிறு கோடுகூட கிழிக்க முடியவில்லை.

மோகோ எல்லைக்கு அப்பால் நில அதிர்ச்சி அலைகளின் வேகம் வெகுவாக அதிகரிக்க இதுவேதான் காரணம்! அவை இந்த அதியற்புதத் திண்மப் பொருளினுள் செல்கின்றன.

வெடி வைத்து வெடிப்போரின் குழு ஒன்று துறப்பணத் துளைக்கு அனுப்பி வைக்கப்பட்டது. ஆனுல் வெடி வைத்தும் பயனில்லை. பத்துலட்சக் கணக்கான டிகிரியுள்ள கொடிய வெப்பநிலையை உண்டாக்கும் விசேஷ வகை பிளாஸ்மா பீரங்கிகளால்தான் பாதாளத்திலிருந்து தோன்றிய இந்தத் தூபியை இறுதியில் உடைக்க முடிந்தது. அவை அதனைத் தரையிலே தள்ளி துண்டாடின.

நம்ப முடியாத திண்மை கொண்ட ஒரு பொருள் பாதாளத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்டுவிட்டது. மோகோ இடையீட்டின் பெயரில் இதற்கு மோகைட் என்று பெயரிடப்பட்டது. தனிவகைப் பொறியில் பொருத்தப்பட்ட மோகைட்டைக் கொண்டு, கத்தியால் எவ்வளவு சுலபமாய் வெண்ணெயை வெட்ட முடியுமோ அவ்வளவு சுலபமாய் உலகிலுள்ளவை யாவற்றையும் வெட்ட முடிந்தது. பொறியியலில் இந்த மோகைட் ஒரு பெரும் புரட்சியை உண்டாக்கியது. உலோக வேலைத் தொழில் நுட்பத்தை அடியோடு மாறச் செய்து விட்டது. இந்த மீத்திண்மப் பொருளைப் பாதாளத்திலிருந்து வெளியே எடுப்பதற்கான மீயாழத் துளைகள் பலவும் மிகவும் சிக்கனமான முறையில் இடுவதற்காக இதனை உபயோகிக்கலாம் என்று விஞ்ஞானிகள் கணக்கிட்டுக் கூறினர்.

உலோக நிபுணர்களும் இரசாயனவியலாளர்களும் புவி-இரசாயனவியலாளர்களும் மோகைட்டின் இரசாயன இயைபை நிர்ணயிக்கத் தொடங்கினர். ஆனால் அமிலங்களில் கரையாத இந்த மோகைட்டின் இயைபைத் தெரிந்து கொள்வது எப்படி? பௌதிக-இரசாயனப் பகுப்பாய்வு முறைகள் யாவும் இங்கு சக்தியற்றனவாகிவிட்டன.

சமனித்தனிம பகுத்தாய்வு முறை இப்பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காண வழி வகுத்துக் கொடுத்தது. அலியணு பகுத்தாய்வின் மூலம், மோகைட்டில் மிகப் பலவகையான இரசாயனத் தனிமங்களும் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவற்றின் பட்டியல் விஞ்ஞானிகளை வியப்புறச் செய்தது. மென்திலேயேவ் ஆவர்த்தன அட்டவணையிலுள்ள எல்லா இரசாயனத் தனிமங்களும் மோகைட்டில் அடங்கியிருப்பது தெரியவந்தது. இத்தனிமங்களது அளவு விகிதத்தைக் கணக்கிடுவது கடினமாயிருந்தது. உலகெங்குமுள்ள பல்

வேறு ஆய்வுக்கூடங்களிலும் இன்னமும் தொடர்ந்து பகுப்பாய்வுகள் நடைபெற்று வருகின்றன. ஆனால் ஒன்று மட்டும் விஞ்ஞானிகளுக்குத் தெளிவாய் விளங்கிற்று: முற்றிலும் புதிய, அறியப்படாத, ஆராயப்படாத ஒன்று கிடைத்திருக்கிறது.

மோகைட்டின் உதயம் வழக்கமான வாழ்க்கை முறையில் பெரிய மாறுதல்களை உண்டாக்கியது. அதன் வருகை அனேகமாய் பொறியியலில் ஒரு பெரும் புரட்சியை ஏற்படுத்திவிட்டது.

"மேலோட்டுக்கு அடியில் மேக்மா இல்லை!"

மேக்மா எதுவும் இல்லை! பெயர் பெற்ற மோகோ இடையீட்டுக்குள் ஆழ்துளை இடப்படுவதற்கு முன்பே விஞ்ஞானிகள் இம்முடிவுக்கு வரலாயினர். பூமி மேலோட்டின் ஆழ்மட்டங்களினுள் துறப்பணச் சாதனங்களுடன்கூட இறக்கிவிடப்பட்ட கருவிகள் பதிவு செய்து அறிவித்த விபரீத நிகழ்ச்சிக்குப் பிற்பாடு இதையன்றி வேறு எம்முடிவுக்கும் வருவதற்கில்லை.

தொடக்கத்தில் இந்நிகழ்ச்சியில் அதிக கவனம் செலுத்தப்படவில்லை. விசேஷக் கருவிகள் பதிவு செய்து காட்டிய வெப்பநிலை விநோத முறையில் செயல்பட்டு வந்தது. முதலில் வளைவரை ஏற்றயிறக்கமின்றி குறிப்பிட்ட மட்டத்தில் அப்படியே இருந்தது. பிறகு அது உயருவதற்குப் பதில் சரிந்து சென்றது. மேல்மட்டத்திலிருந்து 10 கிலோமீட்டர் ஆழத்துக்குச் சென்றதுமே அது சூன்ய டிகிரி சென்டிகிரேடை நெருங்கிவிட்டது! இன்னும் ஆழத்துக்குச் சென்றதும் சூன்யத்துக்கும் கீழே குறையலாயிற்று...

எல்லோரும் பீதியடையலாயினர். மேக்மா ஏ எங்கே? துறப்பணத் துளை மோகோ இடையீட்டை அடைந்ததும் என்னவாகும்? துறப்பணத் தொகுப்புக்குத் திட்டம் புனைந்த பொறியியலாளர்கள் செய்த இப்பெரும் பிழைக்குக் காரணம் என்ன? ஆழத்துக்குச் செல்லச் செல்ல வெப்பநிலை கடுமையாக அதிகரிக்குமென்று கொண்டு, இந்த அதிகரிப்பைத் தாக்குப்பிடிக்கும்படியான முறையில் துறப்பணத் தொகுப்புக்குத் திட்டம் புனைந்திருந்தனர். அவர்களுடைய வேலையெல்லாம் வீணாகிவிட்டது.

உயர் அழுத்தமும் சூன்யத்துக்குக் கீழான வெப்பநிலைகளும் நிலவும் ஒரு மண்டலத்தில் மீயாழத் துறப்பணத் துளைகள் இடுவதற்கு அவசர அவசரமாய்ப் புதிய சாதனங்களைத் தயாரிக்க வேண்டியதாயிற்று; புதிய கணக்கீடுகள் செய்ய வேண்டியதாயிற்று; புதிய பொருள்களைத் தயாரிக்க வேண்டியதாயிற்று.

இதற்கிடையில், ஒன்றுக்குப்பின் ஒன்றாய் மிகவும் விபரீதமான செய்திகள் வரலாயின.

ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க வெப்பநிலை மேலும் மேலும் குறைந்து சென்றது!...

''வெப்பநிலை முனையிலிருந்து வரும் தகவல்'' — இந்த விபரீத நிகழ்ச்சியைப் பற்றிய தகவல்களுக்குப் பத்திரிகைகள் இவ்வாறுதான் தலைப்பிட்டு வந்தன. வெப்பநிலை விவரங்களுடன்கூட இதே அளவுக்கு விநோதமான இதர விவரங்களும் வெளியிடப்பட்டு வந்தன. பேரவை விஞ்ஞானி வெர்னத்ஸ்கிய் 1934ஆம் ஆண்டிலேயே வகுத்தளித்திருந்த கருதுகோள் இப்பொழுது எல்லோர் நினைவுக்கும் வந்தது. இக்கருதுகோளை நாம் முன்பே விவாதித்தோம். துரதிஷ்டவசமாய், துறப்பணத் துளைக்கு வேண்டிய சாதனங்களைத்

தயாரித்த விஞ்ஞானிகளும் பொறியியலாளர்களும் இதனைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளவில்லை.

ஆழ்மட்டங்களில் கரைசல்கள் சுற்றியோடிக் கொண்டிருப்பது தெரியலாயிற்று. காக்கேசியத் துளையில் சுமார் மூன்று கிலோமீட்டர் ஆழத்தில் 'நர்ஸான்' வகையைச் சேர்ந்த குடி தண்ணீர் அளவின்றி இருப்பது கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. உடனே புதிய ஆரோக்கிய இல்லங்கள் பலவும் திட்டமிடப்பட்டு கட்டப்பட்டன. இன்னும் ஆழ்மட்டங்களுக்குச் சென்றதும் அடிநிலை நீரின் இரசாயன இயைபு மாறிவிட்டது. சூன்யத்துக்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலை மண்டலத்திலிருந்து சூன்யத்துக்குக் குறைவான வெப்பநிலை மண்டலத்துக்குச் சென்ற இடைநிலை ஆழங்களில் செம்பும் நிக்கலும் கோபால்ட்டும் மற்றும் பல தனிமங்களும் கொண்ட நீரோட்டங்கள் எதிர்ப்பட்டன.

பழைய கேள்வி திரும்பவும் எழுந்துவிட்டது: தாதுப் படிவங்கள் எப்படி உருவாகின்றன? பல்வேறு கனிமங்களின் திரட்சிகளும் மேக்மா உலைகளுடன் தொடர்பு கொண்டவையாக மேக்மாவாதிகள் இரண்டையும் இணைத்துவந்தது தவறுகுமெனத் தோன்றியது. தாதுக்களைக் கொண்ட கரைசல்கள் குறை வெப்பநிலை மண்டலங்களிலும் ஊடுருவ முடியும் என்றுகிறது.

இந்த முடிவு விஞ்ஞானிகளைத் திகைக்கச் செய்துவிட்டது. கனிமப் படிவங்கள் உருவாவது பற்றிய அவர்களது வழக்கமான கருத்தோட்டங்களை இனி அவர்கள் கைவிட்டாக வேண்டும்.

முடிவில் மீயாழம் எட்டிப்பிடிக்கப்பட்டது. கோலாத் தீபகற்பத்தில் 15 கிலோமீட்டர் ஆழத்திலிருந்து மேலே எடுக்கப்பட்ட உள்ளீட்டுப் பொருளின் பகுத்தாய்வு தெரி

வித்த விவரங்கள் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கவை. இங்கு துறப்பணத் துளை பூமி மேலோட்டின் பருமனில் பாதி அளவைக் கடந்து சென்றுவிட்டது. இந்த ஆழத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்ட பாறை சாதாரண கருங்கல்லேதான், கோலாத் தீபகற்பத்திலும் கரேலியாவிலும் பெரும் பகுதியில் மேற்பரப்பிலே மண்டியுள்ளவற்றை ஒத்த தோற்றமுடைய கருங்கல்லேதான் என்பது தெரிந்தது.

ஆனால் இந்தக் கருங்கற்களின் வயது இன்னும் அதிக பரபரப்பூட்டுவதாயிருந்தது. வழக்கமான வயது நிர்ணய முறைகள் இச்சந்தர்ப்பத்தில் போதவில்லை. அணுசக்திக் கால அளவுமானிகளை இதற்கெனத் தயார் செய்ய வேண்டியதாயிற்று. இவை முன்பின் கேட்டிராத வயதைப் பதிவு செய்து காட்டின. ஏறத்தாழ 10,000 கோடி ஆண்டுகள்! இந்தத் துளைக்குத் திட்டமிட்டபோது விஞ்ஞானிகள் இங்கு மிகவும் புராதனமான பாறைகள் எதிர்படுமென எதிர்பார்த்தது உண்மைதான். ஆனால் 10,000 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டவை இருக்க முடியுமென யாரும் நினைக்கவே இல்லை! நமது பூமியின் வயது பற்றிய பரவலான கருத்துக்களையெல்லாம் இது நிராகரிப்பதாய் இருந்தது. பூமியின் வயது 600 கோடி ஆண்டுகள்தான் என்பதே இன்று நிலவும் கருத்து.

கோலாத் தீபகற்பத்தில் எடுக்கப்பட்ட இந்த உள்ளீட்டுப் பாறைத் துண்டுகள் உலகின் எல்லா பூவி-இரசாயன ஆய்வுக்கூடங்களிலும் பரிசீலிக்கப்பட்டன. எங்கும் அதே முடிவுதான் கிடைத்தது. பூமியின் அளவிட முடியாத வயது குறித்துப் பேசி வந்த விஞ்ஞானிகளின் கருத்துத்தான் சரி என்பது இவ்வாறு புலப்படலாயிற்று.

இதற்குள் பிற துறப்பணத் துளைகளிலிருந்து கிடைத்த விவரங்களும் தெரியலாயின. யூரல் துறப்பணத் துளையும்

இதே போல மிகவும் சுவையான விவரங்களை அறிவித்தது. இங்கு மீயாழத்திலிருந்து ஒரு விநோத வகைப் பொருள் எடுக்கப்பட்டது. தொடக்கத்தில் பல கிலோமீட்டர் தொலைவுள்ள ஒப்பளவில் மிக நீண்ட இடைவெளிக்கு ஒரு பாறைத் துண்டுகூட கிடைக்காததைக் கண்டு விஞ்ஞானிகள் வியப்புற்றனர். அதே நேரத்தில், துறப்பணத் துளையைச் சுற்றிலுமுள்ள பகுதி பூராவிலும் கனிம எண்ணெயின் கடும் நெடி பரவிற்று.

பிறகு துறப்பணத் தொழிலாளர்களில் ஒருவர் மீயாழங்களிலிருந்து வெகுவாக அழுத்தி இறுக்கப்பட்ட சடப் பொருளை மேலே கொண்டுவருவதற்கான விசேஷ சூட்சுமங்களுக்குத் திட்டம் புனைந்தாக வேண்டுமென ஆலோசனை கூறினர். மண் வாரி ஒன்று தயார் செய்யப்பட்டது. அடர்த்தியான கரும் பொருள் மேற்பரப்புக்கு வந்து சேர்ந்தது. அது வேறு எதுவுமல்ல — கனிம எண்ணெய்! திடப்பொருளாக இருகிவிட்ட கனிம எண்ணெய்!

யூரலில் இனி மீயாழங்களில் கனிம எண்ணெய் வளங்களைத் தேட முற்படலாம் என்றாகியது. அப்படியானால், எண்ணெய் பூமியின் அடியாழங்களில் உண்டாகும் பொருளா?...

பூமி மேலோட்டின் மேற்பரப்பு மண்டலங்களில்தான் எண்ணெய் வளங்களைத் தேட வேண்டுமென்று கூறி வந்தது தவறென்பது விளங்கியது. ''பாதாள அரசி'' மெய்யாகவே பாதாளத்தின் தேவிதான்! இவ்வளவு காலமாய் மனிதகுலத்துக்கு எட்டாதிருந்து வந்த அடியாழங்களிலேதான் அவள் வாழ்கிறாள். ஆனால் இன்று அவளுடைய செல்வக் களஞ்சியத்தின் கதவுகள் திறக்கப்பட்டுவிட்டன. இனி எண்ணெய் வளம் தேடுவதற்கான அரங்கை மீயாழங்களுக்கு மாற்றிக் கொள்ளலாம்!

உடனே திட்டம் புனை நிறுவனங்கள் வேலையில் இறங்கின. யூரலின் மீயாழத் துறப்பணத் துளையை யொத்த ஆழமுடைய புதிய கிணறுகளுக்கு அவைத் திட்டம் புனைய முற்பட்டன.

இதற்குள் பல இடங்களிலிருந்தும் மேலும் அதிகத் தகவல்கள் வந்து சேர்ந்தன. காஸ்பியன் பிரதேசத்தின் மீயாழத் துளை சில சுவையான விவரங்களைத் தெரிவித்தது. இங்கு திடநிலைக் கனிம எண்ணெய் மட்டுமின்றி மிகப் பல பெட்ரோலியப் பொருள்களும் கிடைத்தன. இவற்றில் ஒன்று கனிம மெழுகான ஓசோகிரைட். காற்றினுல் ஏற்படும் மாறுதல்களுக்கு உள்ளான மென்னிலைக் கனிம எண்ணெயிலிருந்து இது உருவாகிறது. உலகின் சில இடங்களில் இது நெடுங்காலத்துக்கு முன்பிருந்தே காணப்பட்டு வந்துள்ளது. காஸ்பியன் கடலில் உள்ள செலெக்கென் தீவு பகுதியிலும், மேற்கு உக்ரேனியாவிலும் இது கிடைத்திருக்கிறது. ஆனல் மெழுகு போன்ற இந்தப் பொருள் இவ்வளவு பிரம்மாண்டமான படிவங்களில் மீயாழங்களில் இருக்க முடியுமென இதுவரை யாருமே நினைத்ததில்லை.

குரீல் தீவுகளில் இறக்கப்பட்ட மீயாழத் துறப்பணத் துளையிலிருந்து கிடைத்த தகவல் இன்னுங்கூட வியக்கத்தக்கதாய் இருந்தது. மோகோ எல்லையின் பாறைகள் முதன் முறையாக இங்கு தட்டுப்பட்டன. எதிர்பார்க்கப்பட்டது போல மிக உயர்ந்த அழுத்தத்திற்கு உட்பட்டு, ஆனல் மிகக் குறைவான வெப்பநிலையிலிருந்த ஒரு பொருளினுள் துளை இறங்கிற்று. இந்தப் பொருள் மேலே கொண்டுவரப்பட்டதும், அது சாதாரணத் தீக்கல் பாறை வகையைச் சேர்ந்த வெகுவாக இறுத்தப்பட்ட பாறைதான் என்பது

காணப்பட்டது. செம்பு, அரியத் தனிமங்கள், மற்றும் பல உலோகங்கள் இதில் மிகுதியாக அடங்கியிருந்தன.

குரீல் மீயாழத் துளையில் உருகிய நெருப்புத் திரவம் எதுவும் எதிர்படவில்லை.

நவீனநெப்ட்யூன்வாதிகள் வெற்றிவாகை சூடிவிட்டனர்! பல காலமாய் நம்பத்தகாததாய்க் கருதப்பட்டு வந்த அவர்களுடைய முடிவுகள்தான் சரியானவை என்பது நிரூபணமாகிவிட்டது. தாதுக்கள் உருவாவதையும் பாறைகள் தோன்றுவதையும் பற்றிய மேக்மாத் தத்துவத்தை முடிவாக நிராகரித்த உண்மை விவரங்கள் உலகெங்கும் பத்திரிகைகளில் நிறையலாயின.

யாவும் இப்பொழுது ஒழுங்கு செய்யப்பட்டுவிட்டன. பாடப்புத்தகங்களில் இனி, கருதுகோள்களின் அடிப்படையில் அமைந்த அனுமானங்களுக்குப் பதிலாய் உண்மை விவரங்கள் மட்டுமே இடம் பெறும்படி அவை விரைவில் திருத்தப்பட்டன. ஆழ, மீயாழச் சுரங்கக் குழாய்கள் இறக்குவதற்கான திட்டங்கள் தயாரிக்கப்பட்டன. இவை மிகப் பல டஜன் மீட்டருக்கான மிகப் பெரிய விட்டம் கொண்டவையாகத் தொடங்கி, படிப்படியாகக் குறுகி அடியாழங்களில் வழக்கமான விட்டத்துக்குச் சிறுத்துவிடும்.

முதலாவது ஐந்து ஆராய்ச்சித் துறப்பணத் துளைகளால் ஆராய்ச்சி நுட்பங்களில் தோன்றிய புரட்சியானது விஞ்ஞானத்துக்குப் பிரமாதமான வாய்ப்புகளைத் தோற்றுவித்தது. தேசப் பொருளாதாரச் சாதனைக் கண்காட்சியில் விஞ்ஞானப் பேரவையின் அரங்குக்கு முன்னுல் எப்பொழுதும் ஏராளமானோர் காத்துக் கொண்டு வரிசையாய் நிற்பதைக் காணலாம். இங்கு ஓராள் பருமனுள்ள வைரம் ஒன்று காட்சியிலுள்ளது. குறை வெப்பநிலை மண்டலத்தை எட்டும்படி

யான மீயாழத் துறப்பணத் துளைகளிலிருந்து தெரியவந்த விவரங்களின் அடிப்படையில் தயாரிக்கப்பட்ட சேர்க்கை வைரமாகும் இது. மீயாழத்தில் நிலவும் நிலைமைகளில் பிரம்மாண்ட பருமனுள்ள வைரங்கள் ஓரளவு சுலபமாய் உருவாகிவிடுகின்றன என்பது தெரியலாயிற்று.

இது சேர்க்கை முறையில் தயாரிக்கப்பட்டதே என்பது குறித்து பார்வையாளர்களுக்கு ஐயப்பாடு எழாதிருக்கும் பொருட்டு, வண்ணக் கனிமங்களை இணைத்து ''சமாதானம், உழைப்பு, சுதந்திரம்'' என்னும் சொற்கள் இவ்வைரத்தினுள் பொறிக்கப்பட்டுள்ளன.

முடிவில் மோகோ இடையீட்டு மண்டலத்திலிருந்து உள்ளீட்டுப் பொருள்கள் மேலே கொண்டுவரப்பட்டன. இதில் ஒரு சிறு பகுதி உயிரியல் ஆய்வுக்கூடத்துக்கு அனுப்பப்பட்டது. சிறிதும் எதிர்பாராதவாறு அங்கு அதில் உயிரின் தடங்கள் இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தனர்! மீத்திண்மப் பாறையையும் பிரம்மாண்டமான வைரங்களையும் காட்டிலும் இந்த நம்ப முடியாத முக்கிய கண்டுபிடிப்பு விஞ்ஞானிகளிடையே பெரும் பரபரப்பை உண்டாக்கியது. பூமியின் மேற்பரப்பை ஒட்டியுள்ள மெல்லிய படலத்திலே மட்டும் தான் உயிர்வகைகள் உள்ளன என்று நினைக்க வேண்டாம். எட்டாத மீயாழங்களிலுங்கூட உயிர்வகைகள் உண்டு!

இந்தத் துளை இடப்படுவதற்குப் பல காலத்துக்கு முன்பே, சோவியத் விஞ்ஞானி கின்ஸ்பர்க்-கரகிச்சோவா [T. L. Ginsburg-Karagicheva] அப்ஷெரோன் தீபகற்பத்தில் எண்ணெய்க் கிணறுகள் ஒன்றில் மூன்று கிலோமீட்டர் ஆழத்தில் பாக்டிரியா இருக்கக் கண்டார். இந்த பாக்டிரியா மேற்பரப்பில் இருப்பவற்றிலிருந்து மாறுபட்டன, உயிரகம் இல்லாத நிலைமைகளில் வாழ்வதற்கு ஏற்ற முறையில் தமது

ஜீவச் செயற்பாடுகளே இவை வகுத்துக் கொண்டுவிட்டன. ஆனல் மீயாழத் துறப்பணத் துளேகளிலிருந்து வெளியே எடுக்கப்பட்ட பாக்டிரியாவோ, உயிரகத்தை கிரகிக்கக் கூடியவை. கின்ஸ்பர்க்-கரகிச்சோவா கண்டுபிடித்தவற்றைவிட இவை உயர்நிலை ஒழுங்கமைப்புடையனவாய் இருந்தன. அடியாழங்களில் இவை பாறைகளே அவற்றின் உள்ளடக்கக் கூறுகளாகச் சிதைத்துத் தமக்கு வேண்டிய உயிரகத்தைப் பெற்றுக் கொண்டன.

பூமியில் உயிர் தோன்றியது எப்படி? — இந்தக் கேள்வி திரும்பவும் விஞ்ஞானிகள் முன்னே எழுந்தது. திரும்பவும் பல்வேறு கருதுகோள்கள் முன்வைக்கப்பட்டன. நமது புவிக் கோளத்தின் ஆழ்மட்டங்களிலிருந்து உயிரானது மேற்பரப்புக்கு வரலாயிற்று என்னும் கருத்தே இவை பலவற்றின் சாரப் பொருள். ஆனல் அடியாழங்களில் உயிர் எப்படி உருவாயிற்று? விஞ்ஞானிகள் சிந்திக்க வேண்டிய கேள்வி இது.

மோகோ இடையீட்டுக்கு அப்பால்

இரவு நெடுநேரமாகிவிட்டது. குரீல் தீவுகளின் மீயாழத் துறப்பணத் துளேயருகே இரவு ஷிப்டைச் சேர்ந்த துறப்பணத் தொழிலாளர்கள் மட்டுமே இருந்தனர். அப்பொழுது அங்கு நேர்ந்த விபரீதம் துறப்பண ஊழியர்கள் வசித்த அந்த ஊரையே கலக்கமுறச் செய்துவிட்டது. நாற்றிசையிலிருந்தும் அபாய அறிவிப்புச் சங்குகள் ஒலித்தன. ஊர் முழுதுமே துறப்பணத் துளேயருகே கூடிவிட்டது.

துறப்பணத் துளே அரங்கு காணக் கண்கொளாத காட்சியாய்த் திகழ்ந்தது! கண் கூசும் மாய ஒளி வீச ஒளிர்ந்து கொண்டிருந்தது. எல்லோருடைய விரல் நுனிகளிலும்,

அவர்களுடைய தலை முடிகளிலும் குளிர்ந்த தீயின் நாக்குகள் அதிர்ந்தாடின. துறப்பணக் கோபுரக் கூடு விநோதமாய் ரீங்காரம் செய்தது. ஓசோன் வாயுவின் நெடி மூக்கைத் துளைத்தது.

பழங்காலம் முதலாய் மனிதனுக்குத் தெரிந்ததுதான் இந்த ஒளிர்வு. பண்டைய ரோமாபுரியில் இதனை காஸ்டர் — போலக்ஸ் தீ என்றழைத்தனர். 16-17ஆவது நூற்றாண்டுகளில் பல தேவாலயங்களும் அர்ப்பணிக்கப்பட்ட கிறிஸ்தவ மதாச்சாரியார்களின் பெயர்களில் இது அழைக்கப்படலாயிற்று. இந்த ஒளிர்வு முக்கியமாய் உயரங்களிலே அமைந்த கூர்முனைகளிலேதான் தெரிந்தது. எனவேதான் மக்கள் இதனைப் பெரும்பாலும் தேவாலயத்தின் உச்சியிலுள்ள சிலுவையில் அடிக்கடி கண்டனர். ஒரு காலத்தில் இது அர்ச் எராஸ்மஸின் தீ என்று அழைக்கப்பட்டது. பிற்பாடு அர்ச் எல்மோவின் தீ என்றும், சுருக்கமாய் எல்மோத் தீ என்றும் பெயர் பெறலாயிற்று. இதே தீதான் இப்பொழுது குரீல் தீவுகளில் துறப்பண ஊழியர்களது குடியேற்றத்தில் பெருங் கலக்கத்தை உண்டாக்கியது.

பொதுவாக வளிமண்டலத்தில் மின் புலன் மிகுதியாகி விடும்போது எல்மோத் தீ தோன்றுகிறது. சில நேரங்களில் இது சென்டிமீட்டருக்கு 30 ஆயிரம் வோல்ட் அளவுக்கான உயர்நிலையையும் அடைந்துவிடுவது உண்டு.

அளவைக் கருவிகள் உடனே செயலில் இறங்கின. மின் புலன் அளவு கடந்த நிலைக்கு உயர்ந்திருந்தது தெரிந்தது — சென்டிமீட்டருக்கு பல பத்துலட்சம் வோல்ட் அளவுடையதாயிருந்தது!

விவரக் குறிப்புப் புத்தகத்தில் பதிவு செய்யப்பட்ட மின் புலன் நாளுக்கு நாள் அதிகரித்துச் சென்றது.

துறப்பணச் சாதனங்கள் பூமியினுள் ஆழமாகத் துளைத்துச் செல்லச் செல்ல அது மேலும் மேலும் உயர்ந்து சென்றது.

இந்த நிகழ்ச்சிக்கான காரணத்தை எல்லா நாடுகளையும் சேர்ந்த நிபுணர்களாலுங்கூட விளக்க முடியவில்லை. படிப் படியாகத்தான், விவரங்கள் போதிய அளவு சேகரிக்கப்பட்ட பிறகுதான், இந்தக் காரணம் புலப்படலாயிற்று. அடியாழங் களின் ஆராய்ச்சியாளர்கள் தொடர்ச்சியான மின்னோட் டத்தை வந்தடைந்துவிட்டனர். பூமியின் உள்ளடுக்குக்கு அருகிலுள்ள மண்டலத்தில் அமைந்த மின்னோட்ட ஆதாரத்தை வந்தடைந்துவிட்டனர்.

மேற்பரப்பு மண்டலத்தில் விஞ்ஞானிகள் இதுவரை சந்தித்திருந்த திரியும் மின்னோட்டங்கள் எல்லாம் மோகோ எல்லையின் அருகே எதிர்பட்ட இந்த மின்னோட்ட ஆதாரத் துடன் ஒப்பிடத்தக்கவை அல்ல. பூமி ''மின்னுக்கியை'' நிறுவலாம் என்று பேசிய விஞ்ஞானிகளுடைய கருத்து உண்மையேதான் என்பது விளங்கியது! பூமியானது ஒரு பிரம்மாண்ட மின்காந்தமாகும் என்ற அவர்களுடைய கருத்து மெய்ப்பிக்கப்பட்டு விட்டது. ஆனால் அந்த விஞ்ஞானிகளுங் கூட பூமியின் மேற்பரப்புக்கு இவ்வளவு அருகாமையில், மேலோட்டை ஒட்டினாற் போலுள்ள மண்டலத்திலே இது போன்ற மின் புலன் எதிர்படுமென நினைக்கவில்லை. பூமி ''மின்னுக்கி''யானது பூமியின் உட்கருவுக்கு நெருங்கிய மண்டலத்தில், உள்ளடுக்குக்குக்கீழே இருக்கும் மின்னோட் டத்துடன் சம்பந்தப்பட்டதாகும் என்று அவர்கள் கூறி வந்தனர். மோகோரோவிச்சிச் இடையீட்டுக்கருகே பூமி''மின் னுக்கி'' ஒன்று உள்ளதென இப்பொழுது திடீரெனத் தெரிய வருகிறது!

பிற்பாடு இந்த மின் புலன் குறித்து நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகள் சுவையான முடிவுகளைத் தெரிவித்தன. மின் புலனின் அளவு சூரியனில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிப்போக்கு களைச் சார்ந்ததாய் இருந்தது. மோகோ இடையீட்டுக்கு அருகில் காணப்பட்ட குறுங்கால மாறுபாடுகள் சூரியனது செயற்பாட்டில் ஏற்பட்ட மாறுதல்களுடன் தொடர்பு கொண்டவை என்பதை விஞ்ஞானிகள் நிலைநாட்டினர். தினசரி, மாதாந்தர, வருடாந்தர மாறுபாடுகளை அவர்கள் கண்டனர். சூரியனது வாழ்க்கையும் பூமியின் வாழ்க்கையும் பொது நிகழ்ச்சிப்போக்குகளால் இணைக்கப்பட்டிருப்பதாகச் சில விஞ்ஞானிகள் கூறிவந்த கருத்து மெய்ப்பிக்கப்பட்டது. பூமியின் அடியாழங்களது மின் புலனைப் பயன்படுத்திக் கொள்வதற்கான திட்டங்கள் பல நாடுகளிலும் தோன்றத் தலைப்பட்டன. குறிப்பிடத்தக்கவற்றுள் ஒன்று பொறியிய லாளர் இவானேவினுடையது. வரிசையாகப் மீயாழக் கிணறு கள் இறக்கிப் புவி மின்விசை இணைப்பு ஒன்று நிறுவலாம் என்று அவர் ஆலோசனை கூறினார். இக்கிணறுகளில் ஒன்று வட காந்தத் துருவம் அமைந்துள்ள பிரின்ஸ் ஆப் வேல்ஸ் லாண்டு வட்டாரத்திலும், மற்றொன்று அன்டார்க்டிக்காவில் தென் காந்தத் துருவத்திலும் இறக்கப்பட வேண்டும். பிறகு உலகின் பல பகுதிகளிலும் இடைநிலைத் துளைகள் இறக்கப்பட வேண்டும். இவை யாவற்றையும் ஒருமித்த மின்விசை இணைப்பாகச் சேர்த்துவிடலாம் என்று அவர் கூறினார்.

அளவிட இயலா ஆற்றல் கொண்ட இலவச மின்விசை ஆதாரம் மனிதகுலத்துக்குக் கிட்டியது. மிகுதியான செலவுகளுக்குரிய மின்விசை நிலையங்களைக் கட்ட வேண்டிய அவசியத்திலிருந்து நாம் விடுவிக்கப்படுகிறோம். இயற்கையை

மனிதன் வெற்றி கொள்வதற்கு இந்தப் புதிய மின்விசை ஆதாரம் எல்லையற்ற வாய்ப்புகளை அளித்திடும்.

வெப்ப வீழ்ச்சிகளைப் [heat drops] பயன்படுத்துவதற்கான ஒரு புதிய திட்டமும் முன்வைக்கப்பட்டது. வெப்ப வீழ்ச்சிகள் என்னும் தொடர் குறிப்பாய்ப் பொறியியல் வெளியீடுகளில் மிகவும் அடிபட்டது. வெப்ப வீழ்ச்சித் தத்துவத்தை விஞ்ஞானிகள் பல காலத்துக்கு முன்னரே வகுத்திருந்தனர். உகப்பியக்க மின் ஓட்டங்களின் [convection currents] உதவியால் கிடைக்கும் குளிர்ந்த நீரைக்கொண்டு நகரங்களுக்கு வெப்பமூட்டுவதற்கான ஒரு திட்டங் குறித்து முன்பு பலத்த விவாதம் நடைபெற்றது. விநோதமாய்த் தோன்றினாலும், குளிர்ந்த நீரைக் கொண்டு வீடுகளுக்கு வெப்பமூட்டுவது முற்றிலும் சாத்தியமே. மீயாழத் துளைகளில் ஏற்படும் வெப்பநிலை வீழ்ச்சிகள் மிகவும் அதிகமாகும். மேற்பரப்புக்கும் அடியாழங்களுக்கும் இடையில் வெப்பநிலைகளில் இருக்கும் ஏற்றத்தாழ்வின் அடிப்படையில் அமைந்ததுதான், ஆழ்மட்டங்களது வெப்ப ஆற்றலைப் பயன்படுத்திக் கொள்வதற்கான இத்திட்டம்.

துணிவுமிக்க ஒப்பற்ற பல திட்டங்களும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாய் வெளிவரலாயின. பூமியின் அடிவயிற்றிலிருந்து வரும் கதிர்வீச்சைப் பயன்படுத்துவதற்கான ஒரு திட்டமும் வெளியிடப்பட்டது. மோகோ எல்லை மண்டலத்தினுள் இறக்கிவிடப்பட்ட தனிவகைக் கருவிகளைக் கொண்டு இந்தக் கதிர் வீச்சு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. எதையும் ஊடுருவ வல்ல நியூட்ரீனோக்களும் இதரத் துகள்களும் பெருந் திரளாக பூமியின் மையத்திலிருந்து மேற்பரப்புக்கு ஓடி வருவதும், அணுக்கரு நிகழ்ச்சிப்போக்குகளின் விளைவாய்த் தோன்றும் இத்துகள்களை பூமியுங்கூட வெளியிட்டு வருவதும் தெரியலாயின!...

திட முடிவுக்கு வர முடியாத ஒரு நிலைமையைப் போல் சங்கடமானது எதுவும் இல்லை. பிரமிக்க வைக்கும் திரைப்படத் துண்டுகள் என் கற்பனையில் உருவாயின. ஆனால் அவை திரைக் கதையோ, திரைப்படமோ ஆகிவிட முடியாது. எதிரும் புதிருமான விஞ்ஞானக் கருத்துக்களைக் காட்டுகின்றன என்பதைத் தவிர ஒன்றுக்கொன்று வேறு இணைப்பில்லாத மூன்று, நான்கு துண்டுகளை ஒட்டிச் சேர்த்துத் திரைபடமாக்கிவிட முடியாது....

மேலும் மேலும் ஆழமாய் ஒரு பிரச்சினையை ஆராய்கையில், தெரிந்தது சொற்பம் தெரியாததே அதிகம் என்பது மேலும் மேலும் தெளிவாய் விளங்குவதை அடிக்கடி காண்கிறோம். இந்தத் திரைக்கதையின் விவகாரத்தில் எனக்கு இவ்வாறுதான் ஆயிற்று. பூமியின் உள்ளமைப்பு பற்றிய எண்ணற்ற எல்லாக் கருத்துக்களையும் அலசி ஆராய்ந்தபின் நான் வர முடிந்த ஒரே முடிவு என்னவெனில், மேலும் அதிக அளவில் சோதனைகள் செய்யப்பட்டாக வேண்டும் என்பதே. விரைவில் நாம் மீயாழத் துளைகள் இட்டு பூமியின் உள்ளடுக்கில் இருக்கும் சடப்பொருளைப் புலப்படச் செய்தாக வேண்டும். உள்ளடுக்கின் உறைக்கு அடியில் பூமியின் உட்கரு மண்டலத்தில் இருப்பதை நமக்கு அறிவிக்கக் கூடிய புதிய கருவிகளுக்குத் திட்டம் புனைந்து அவற்றைத் தயாரித்தாக வேண்டும். இத்தகைய உண்மை விவரங்களும், தகவல்களுக்கான புதிய ஆதாரங்களும் கிடைத்த பிறகுதான் நம் முன்னே புதிய வாய்ப்புகள் தோன்றும்.

தற்போது நமக்குத் தெரிந்தவற்றை வைத்துக் கொண்டு திரைக்கதை தயாரிக்க முடியாதென்பதே இறுதியில் திரைப்

படத் தயாரிப்பாளரும் நானும் வந்தடைந்த முடிவு. நம் முன் எழும் கேள்விகளுக்கு இன்னமும் விஞ்ஞானத்தால் திட்டவட்டமாய்ப் பதிலளிக்க இயலவில்லை என்பதை நாங்கள் ஏற்க வேண்டியதாயிற்று. கருத்துக்களின் மோதலையும் வாக்குவாதங்களையும் சித்தரித்துக் காட்டலாமா? அதாவது சர்ச்சையைப் படம் பிடித்துத் திரையிலே காட்டலாமா? ஆனால் கருத்துக்களின் மோதல் மட்டுமின்றி, கதைப் பாத்திரங்களது மோதலும் இருக்கக் கூடிய திரைப்படத்தில் இதைச் செய்து காட்டுவது நல்லதல்லவா? தற்போதைக்கு நாம் செய்யக்கூடியது இவ்வளவுதான். பிற்பாடு விஞ்ஞானமும் தான் சொல்ல வேண்டியதைக் கூற முன்வரும்.

பூமியின் உள்ளமைப்பு குறித்து விஞ்ஞான விவரங்களைச் சேகரிப்பதில் மூழ்ந்திருந்த நான், கால் நூற்றாண்டுக்கு முன்பு இந்த சர்ச்சைக்குரிய பிரச்சினைகள் குறித்து என்னுடன் விவாதித்த புவியியலாளர்களைத் தேடுவதை நிறுத்திக் கொண்டுவிட்டேன். 17ஆவது சர்வதேசப் புவியியல் காங்கிரசைச் சேர்ந்த எனது நண்பர்களை இனி சந்திப்பதற்கில்லை என்ற எண்ணம் எப்படியோ என் மனதில் ஊன்றிவிட்டது.

ஆனால் ஒரு நாள் பருத்த கடிதம் ஒன்று வந்து சேர்ந்தது. வெர்னத்ஸ்கியின் நூறாவது பிறந்த நாள் விழாவினை யொட்டிக் கூட்டப்பட்டிருந்த மாநாட்டில் கலந்து கொள்ளும்படி ஓர் அழைப்பிதழும் அதனுள் இருந்தது. பேரவை விஞ்ஞானியின் உருவம் அச்சிடப்பட்ட அட்டையில் *''1863—1963''* என்று தங்க எழுத்துக்களில் பொறிக்கப்பட்டிருந்தது. மாநாட்டின் நிகழ்ச்சி நிரலும் இந்த அழைப்பிதழுடன் அனுப்பப்பட்டிருந்தது.

மாபெரும் இவ்விஞ்ஞானியின் வாழ்க்கையையும் பணிகளையும் பற்றிய புதிய விவரங்கள் செய்தி ஏடுகளிலும்

சஞ்சிகைகளிலும் வெளிவந்திருந்தன. இவற்றில் என்னை மிகவும் கவர்ந்தது வெர்னுத்ஸ்கிய் 1933ஆம் ஆண்டில் லிச்கோவுக்கு [B. P. Lichkov] எழுதியிருந்த ஒரு கடிதம். ப்ரிரோதா (இயற்கை) சஞ்சிகையில் இது வெளியாகியிருந்தது. அதில் வெர்னுத்ஸ்கிய் எழுதியதாவது:

''... நம்மை அறியாமலே நாம் புவியியலில் ஒரு புரட்சியை வந்தடைந்துள்ளோம். பூமியைப் பற்றிய விண் கோளியல் [cosmogony] கருதுகோள்களை நமது கருத்தோட்டங்களிலிருந்து களைவது மிக முக்கியமாகும். பூமி உருகிய நிலையில் இருந்தது என்பது போன்ற கான்ட், லாப்லாஸ் கருதுகோள்கள் வெறுங் கற்பனைகளே என்றும், இப்பொழுது அவை நமது முன்னேற்றத்துக்குத் தடையாகிவிட்டன என்றும் கருதுகிறேன். பல காலமாய், எனது இளம் பிராயம் முதலாகவே, நான் இவ்வாறு கருதி வந்திருக்கிறேன். ஆனால் இப்பொழுது இக்கருத்து உருவிலும் வீச்சிலும் வளர்ந்துவிட்டது. இப்பொழுது தெரியும் சித்திரம் முற்றிலும் வேறு விதமாய் இருக்கிறது. பூமி ஒரு குளிர்ந்த கோளம். அடுத்தடுத்து முறையே அமைந்திருக்கும் அதன் கவசங்கள் புவியியல் காலத்தில் மாறுதவை. புவியியல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளால் அவை உருவாக்கப்பட்டவை. தற்போதுள்ள பூமி, சூரியனுடைய கவர்ச்சியால் இழுக்கப்பட்ட ஒரு பெரிய ''விண்கல்''லிலிருந்து விரைவாகவே (புவியியல் கால அளவையில்) உருவாகியிருக்க முடியாதென ஏன் கொள்ளலாகாது?''

இந்தப் புரட்சி இப்பொழுது முதிர்ச்சியுற்றுவிட்டது; ஓரளவுக்கு ஏற்கனவேயே நடந்தேறி வருகிறது. எனவேதான் இதன் முன்னோடிகளில் ஒருவரது நூற்றாண்டு விழா இவ்வளவு விரிவாகவும் சிறப்பாகவும் கொண்டாடப்பட்டது.

வெர்னுத்ஸ்கியின் நினைவைச் சிறப்பிக்கக் கூடியிருந்த விஞ்ஞானிகள் சோவியத் நாட்டைச் சேர்ந்தவர்கள் மட்டுமல்ல. அது ஒரு வகை சர்வதேசக் காங்கிரசாக நடந்தேறியது. ஹங்கேரி, அமெரிக்கா, கானடா, தென் ஆப்பிரிக்கா, பிரான்சு, செக்கோஸ்லோவாக்கியா, ருமேனியா, ஜெர்மன் சமஷ்டிக் குடியரசு, ஜெர்மன் ஜனநாயகக் குடியரசு, இந்தியா, ஜப்பான் போன்ற பல நாடுகளின் பிரபல விஞ்ஞானிகள் உரைகள் நிகழ்த்தினர்; பூர்வாங்கக் கட்டுரைகள் வெளியிட்டனர்.

சோவியத் விஞ்ஞானிகளும்—பேரவை விஞ்ஞானிகளும் விஞ்ஞானப் பேரவைத் துணை உறுப்பினர்களும் விஞ்ஞான டாக்டர்களும் காண்டிடேட்டுகளும் — உரைகள் சமர்ப்பித்தனர் என்பதைக் கூறத் தேவையில்லை. சோவியத், வெளிநாட்டு விஞ்ஞானிகளின் உரைகள் பூமியின் மேலோடு, உள்ளடுக்கு, உட்கரு இவற்றின் பௌதிகவியலையும் இரசாயனவியலையும் பற்றியவையாகும். புவியியலிலும் புவி-இரசாயனவியலிலும் புவிபௌதிகவியலிலும் நிலவும் பல போக்குகளையும் இவை பிரதிபலித்தன.

மாநாட்டுப் பிரதிநிதிகள் எல்லோரும் தங்குவதற்குப் பல்வேறு மாஸ்கோ ஓட்டல்களிலும் வசதி செய்யப்பட்டிருந்தது. பெரும்பாலானோருக்கு நகரின் மைய ஓட்டல்களில் அறைகள் அளிக்கப்பட்டன.

மாநாடு திறக்கப்படுவதற்கு முந்திய நாள் முன்னேற்பாடு இல்லாமலே பிரதிநிதிகள் பலரும் "மெட்ரோப்போல்" ஓட்டலில் கூடினர். இருபத்தைந்து ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நடந்தது போலவே, புகழ்பெற்ற விஞ்ஞானிகள் தனித்தனி மேஜைகளுக்கு அருகே உட்கார்ந்தார்கள்; மண்

டபம் எங்கும் இளைஞர்கள் ஆங்காங்கே கூடி உற்சாகமாய்ப் பேசிக் கொண்டிருந்தனர்.

இருந்தாற்போல் ஓர் இளம் குரல் ஒலிக்கக் கேட்டேன்:

''கனிமப் பொருட்கள் உருவாவதற்கு மேக்மாவல்ல காரணம்!''

என்ன இது? கால் நூற்றாண்டுதான் கழிந்துள்ளது, அதற்குள் இளைஞர்கள் எல்லோரும் உருமாற்றவாதிகளின் முகாமுக்கு மாறி வந்துவிட்டனரா, என்ன?

இல்லை, அவசரப்பட்டு முடிவு கட்டிவிட்டேன். உடனே மேக்மாவாதிகள் வரிந்து கட்டிக் கொண்டு முன்வந்து விட்டனர். விரைவில் உரையாடல் காரசாரமாகி எல்லாத் தரப்புகளிலிருந்தும் வாதப் பிரதிவாதங்கள் எழுந்துவிட்டன.

திரும்பவும் யாரோ ஒருவர் சொன்னார்:

''வாருங்கள், மூதறிஞர்களிடம் போய்க் கேட்கலாம்; அவர்கள் என்ன சொல்கிறார்கள் பார்க்கலாம்!''

ஆரவாரம் மிக்க அந்த இளம் விஞ்ஞானிகள் மண்டபத்தின் மையத்தை நோக்கி நடந்தனர்....

அவர்களுடைய பெயர்களை நான் குறித்துவைத்துக் கொள்ளவில்லை.

யாருக்குத் தெரியும், இன்னும் சில காலத்தில் இவர்களில் ஒருவர் இப்புத்தகத்தைப் பூர்த்தி செய்கையில் தமது நண்பர்களைத் தாமே தேடிச் செல்லலாம் அல்லவா?

விற்பனையாளர்கள்

நியூ செஞ்சுரி புக் ஹவுஸ் பிரைவேட் லிமிடெட்

தலைமை அலுவலகம்

6, நல்லதம்பி செட்டித் தெரு, சென்னை-2

ஷோ-ரூம்

6/30, மவுண்ட் ரோடு, சென்னை-2

கிளைகள்

80, மேலக் கோபுர வீதி, மதுரை-1

87/89, ஒப்பனக்கார வீதி, கோயமுத்தூர்-1

சிங்காரத்தோப்பு, திருச்சிராப்பள்ளி-8

பஸ் நிலையம், தஞ்சாவூர்